



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO**  
**DEPARTAMENTO DE QUÍMICA**



**MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM REDE NACIONAL**

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE CARBOIDRATOS BASEADA NA  
EXPERIMENTAÇÃO INVESTIGATIVA PARA OS ESTUDANTES DO  
ENSINO MÉDIO DE QUÍMICA**

**MARIA BEATRIZ DE MORAES**

**RECIFE**

**2025**

**MARIA BEATRIZ DE MORAES**

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE CARBOIDRATOS BASEADA NA  
EXPERIMENTAÇÃO INVESTIGATIVA PARA OS ESTUDANTES DO  
ENSINO MÉDIO DE QUÍMICA**

Dissertação de Mestrado apresentada à  
Universidade Federal Rural de  
Pernambuco como requisito para  
obtenção do título de Mestre em Química  
pelo Programa de Mestrado Profissional  
em Química em Rede Nacional –  
PROFQUI.

Orientador(a): Prof. João Rufino de  
Freitas Filho

RECIFE

2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE  
Bibliotecário(a): Auxiliadora Cunha – CRB-4 1134

M828s Moraes, Maria Beatriz de.  
Sequência didática sobre carboidratos baseada na experimentação investigativa para os estudantes do Ensino Médio de Química / Maria Beatriz de Moraes. - Recife, 2025.  
210 f.; il.

Orientador(a): João Rufino de Freitas Filho.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Mestrado Profissional em Química (PROFQUI), Recife, BR-PE, 2025.

Inclui referências e apêndice(s).

1. Carboidratos. 2. Química (Ensino médio). 3. Química - Interdisciplinaridade. 4. Química - Ensino e aprendizagem I. Freitas Filho, João Rufino de, orient. II. Título

CDD 540

**MARIA BEATRIZ DE MORAES**

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE CARBOIDRATOS BASEADA NA  
EXPERIMENTAÇÃO INVESTIGATIVA PARA OS ESTUDANTES DO  
ENSINO MÉDIO DE QUÍMICA**

Dissertação de Mestrado apresentada à  
Universidade Federal Rural de  
Pernambuco como requisito para  
obtenção do título de Mestre em Química  
pelo Programa de Mestrado Profissional  
em Química em Rede Nacional –  
PROFQUI.

Orientador(a): Prof. João Rufino de  
Freitas Filho

Data de aprovação: 26/02/2025

COMISSÃO EXAMINADORA:

---

**Prof.º Dr. João Rufino de Freitas Filho - Orientador**

Universidade Federal Rural de Pernambuco

---

**Prof.ª Dra. Kátia Cristina Silva de Freitas – Membro interno**

Universidade Federal Rural de Pernambuco

---

**Prof.ª Dra. Lidiane Macedo Alves de Lima – Membro externo**

Universidade Federal Rural de Pernambuco

## AGRADECIMENTOS

*À Deus por me conceder a vida, a perseverança e a sabedoria para cumprir esta etapa de minha vida.*

*Aos meus pais Bárbara e Zacarias por me proporcionarem a educação escolar e familiar. E em especial, a minha mãe por sempre acreditar em mim, e não medir esforços para que eu possa progredir e ir em busca da realização dos meus sonhos.*

*À minha irmã Larissa pelos momentos de companheirismo e por acrescentar uma dose de adrenalina em minha vida nos nossos momentos de motins.*

*À minha grande família pelos ensinamentos e momentos agradáveis.*

*Aos colegas que conquistei durante o mestrado e que tive o prazer de compartilhar esta experiência.*

*A Ana Paula, Mahely e Jonatas por me acolherem tão bem em Recife, a Humberto, Pedro e Rodrigo pelas caronas para que eu pudesse retornar a minha cidade. A Karolenny, Ronald e aos demais citados anteriormente pelos agradáveis momentos e conhecimentos compartilhados, vocês tornaram esse momento mais leve e divertido, desejo a vocês muito sucesso e levarei vocês do mestrado da UFRPE para a vida.*

*Em especial ao meu orientador João Rufino por toda paciência, pelas orientações, pelas discussões, e principalmente por compartilhar comigo seu conhecimento. Você foi fundamental para o desenvolvimento deste trabalho e para minha formação.*

*Á todo corpo docente do Mestrado Profissional em Química que contribuiu significativamente para minha formação.*

*As professoras Lidiane Lima e Kátia Freitas membros da banca examinadora pelas contribuições atribuídas a este trabalho de conclusão de curso. É uma honra tê-los como banca!*

*Ao Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI) por me proporcionar a oportunidade de compreender e pesquisar o Ensino de Química .*

*Á UFRPE por me proporcionar minha graduação em Licenciatura em Química e agora Pós-graduação em nível de Mestrado em química.*

## RESUMO

As pesquisas em ensino de Ciências têm indicado que atividades investigativas podem ser usadas com a finalidade de maior participação do estudante na construção do seu conhecimento. A presença de temas socialmente relevantes no cotidiano dos estudantes permite que eles associem o conhecimento científico, como o de funções orgânicas, à sua realidade, promovendo uma compreensão mais crítica e reflexiva, permitindo que se tornem construtores do próprio conhecimento. Com isso, o presente trabalho teve como objetivo o desenvolvimento e a aplicação de uma sequência didática com base na temática química dos carboidratos, na disciplina eletiva denominada "Os Combustíveis da Vida". A metodologia foi desenvolvida com 18 estudantes do terceiro ano do Ensino Médio. A Sequência Didática (SD), foi sistematizada segundo a metodologia dos Três Momentos Pedagógicos (3 MPs) de Delizoicov; Angotti; Pernambuco e abordou conceitos de Química com base no estudo de carboidratos. No primeiro momento pedagógico foi proposta aos estudantes a elaboração de um mapa conceitual e a resolução de pré-questionário para levantamento do conhecimento prévio. No segundo momento, foram realizadas duas aulas expositivo-dialogadas, uma sobre síntese e degradação dos alimentos e outra sobre carboidratos. Também houve uma atividade de reconhecimento de funções orgânicas, o uso do jogo Kahoot para revisão dos carboidratos, a elaboração de um mapa conceitual sobre essa macromolécula e uma aula sobre técnicas e experimentos para identificar carboidratos. No terceiro momento, os estudantes realizaram uma experimentação investigativa no laboratório e apresentaram seminários com os resultados obtidos na experimentação. Para finalizar, foi solicitado o mapa conceitual final e a resolução do pós-questionário. Os resultados obtidos nas atividades proposta na SD, foram satisfatórios, pois despertaram a curiosidade e a motivação, favorecendo assim, a participação e o desenvolvimento de competências dos estudantes na promoção da aprendizagem conceitual, bem como os conteúdos procedimentais. Conclui-se que as atividades desenvolvidas nesta SD utilizando diferentes estratégias de ensino permitiram o diálogo, a problematização da realidade dos estudantes, bem como a aprendizagem dos conceitos de química, contribuindo para a formação de cidadãos mais críticos e atuantes no mundo em que vivem. Para disponibilizar essas atividades aos professores de química da educação básica, foi elaborado um e-book como produto educacional intitulado "Carboidratos: Explorando a Química dos Açúcares nos Alimentos por Meio de uma Sequência Didática".

**Palavras-Chave:** Carboidratos. Ensino de química. Contextualização. Experimentação.

## ABSTRACT

Research in science education has indicated that investigative activities can be used to enhance student participation in constructing their own knowledge. The inclusion of socially relevant topics in students' daily lives allows them to connect scientific knowledge, such as organic functions, to their reality, fostering a more critical and reflective understanding and enabling them to become active builders of their own learning. Thus, this study aimed to develop and implement a didactic sequence (DS) based on the theme of carbohydrate chemistry in the elective course "The Fuels of Life." The methodology was applied to 18 third-year high school students. The DS was structured according to the Three Pedagogical Moments (3 PMs) methodology by Delizoicov, Angotti, and Pernambuco and focused on teaching chemistry concepts through the study of carbohydrates. In the first pedagogical moment, students were asked to create a concept map and complete a pre-questionnaire to assess their prior knowledge. In the second moment, two interactive lectures were conducted: one on food synthesis and degradation and another on carbohydrates. Additionally, students participated in an organic function recognition activity, used the Kahoot game to review carbohydrate concepts, created a concept map about this macromolecule, and attended a lesson on techniques and experiments to identify carbohydrates. In the third moment, students engaged in investigative experimentation in the laboratory and presented seminars on their experimental findings. To conclude, they were required to submit a final concept map and complete a post-questionnaire. The results obtained from the activities in the DS were satisfactory, as they sparked curiosity and motivation, encouraging student participation and the development of competencies that promote conceptual learning as well as procedural knowledge. It is concluded that the activities developed in this DS, using different teaching strategies, facilitated dialogue, the problematization of students' reality, and the learning of chemistry concepts, contributing to the formation of more critical and engaged citizens. To provide these activities to chemistry teachers in basic education, an e-book was developed as an educational product, titled "Carbohydrates: Exploring the Chemistry of Sugars in Food Through a Didactic Sequence."

**Keywords:** Carbohydrates. Chemistry Education. Contextualization. Experimentation.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Representação esquemática dos possíveis resultados no teste de Benedict.....	34
<b>Figura 2.</b> Reação de carboidratos com reagente de Barfoed. Teste negativo para monossacarídeos (esquerda) e um teste positivo para monossacarídeos (direita) .....	35
<b>Figura 3.</b> Reação de carboidratos com o teste de Tollens. Teste negativo para aldeídos (esquerda) e teste positivo para aldeídos (direita) comprovado pela formação do espelho de prata .....	36
<b>Figura 4.</b> Reação de carboidratos com o teste de Seliwanoff. Teste negativo para cetonas (esquerda) e teste positivo para cetonas (direita) comprovado pelo surgimento da coloração avermelhada .....	37
<b>Figura 5.</b> Reação de carboidratos com o teste de Molish. Teste negativo para carboidratos em geral (esquerda) e teste positivo (direita) comprovado pela formação do anel lilás .....	38
<b>Figura 6.</b> Reação de carboidratos com o teste de Lugol. Teste negativo para amido (esquerda) e teste positivo para amido (direita) comprovado pelo surgimento da azul escuro. ....	39
<b>Figura 7.</b> Representação da estrutura espacial da amilose e formação do complexo iodo-amido na concavidade helicoidal da amilose .....	39
<b>Figura 8.</b> Coffee break com alimentos e guloseimas disponibilizados para os estudantes.....	43
<b>Figura 9.</b> Nuvem de palavras sobre biomoléculas que são os principais constituintes dos alimentos. ....	43
<b>Figura 10.</b> Atividade sobre identificação de grupos funcionais em moléculas bioquímicas.....	46
<b>Figura 11.</b> Nuvem de palavras e imagens sobre as biomoléculas com enfoque nos carboidratos.....	47
<b>Figura 12.</b> Reagentes e alimentos utilizados na experimentação.....	48
<b>Figura 13.</b> Preparo do reagente de Benedict pelos alunos.....	50
<b>Figura 14.</b> Tempestade de ideias sobre alimentos, mas especificamente carboidratos .....	62
<b>Figura 15.</b> Material para os estudantes desenvolverem os mapas conceituais sobre alimentos. ....	63
<b>Figura 16.</b> Mapa conceitual desenvolvido pelo aluno 1 A .....	64
<b>Figura 17.</b> Mapa conceitual elaborado pelo aluno 2 B.....	65
<b>Figura 18.</b> Mapas mentais desenvolvidos pelos estudantes 3C, 6 F, 7 G e 11K.....	66
<b>Figura 19.</b> Atividade sobre funções orgânicas resolvida pelo aluno 1A.....	88
<b>Figura 20.</b> Atividade sobre funções orgânicas resolvida pelo aluno 3C.....	89
<b>Figura 21.</b> Atividade sobre funções orgânicas resolvida pelo aluno 4D.....	90
<b>Figura 22.</b> Atividade sobre funções orgânicas resolvida pelo aluno 10K.....	91
<b>Figura 23.</b> Pódio do jogo didático sobre carboidratos denominados Os combustíveis da vida. Desenvolvido na plataforma Kahoot .....	93
<b>Figura 24.</b> Mapas mentais desenvolvidos respectivamente pelos alunos 15O, 16 P, 3C, 6F, 2B e 13M. ....	94
<b>Figura 25.</b> Identificação de açúcares redutores. (a) Numeração e inserção das amostras nos tubos. (b) Inserção do reagente de Benedict. (c) Aquecimento em água fervente. (d) Análise das colorações.....	98
<b>Figura 26.</b> Estrutura da sacarina sódica. ....	100
<b>Figura 27.</b> Identificação de monossacarídeos. (a) Enumeração dos tubos. (b) Inserção das amostras. (c) Amostras. (d) Adição do reagente de Barfoed. (e) Coloração das amostras com o reagente. (f) Aquecimento da mistura em água fervente e formação de precipitado vermelho. (g) e (h) Amostras após o aquecimento, coloração azul resultado negativo e coloração azul com formação de precipitado. ....	100
<b>Figura 28.</b> Identificação carboidratos em geral. (a) e (b) Enumeração dos tubos e inserção das amostras. (c) e (d) Adição do reagente de Molish e coloração das amostras com o reagente. (e), (f) e	

(g) Resultados positivo para carboidratos em geral confirmada pelo surgimento do anel de coloração lilás nas amostras .....	102
<b>Figura 29.</b> Reação de identificação de aldeídos. (a) Aquecimento das amostras com o reagente de Tollens. (b) Resultados negativo para a amostra da esquerda e resultado positivo para a amostra da direita confirmada pela formação do anel espelho de prata. (c) Amostra com resultado positivo para aldeídos. (d) Resultado das amostras .....	105
<b>Figura 30.</b> Reação de identificação de cetonas. (a) Materiais, vidrarias e reagentes. (b) Inserção das amostras (c) Adição do reagente de Seliwanoff. (d) Aquecimento das amostras com o reagente de Tollens. (e) Formação das colorações das amostras durante o aquecimento. (f) Resultado das amostras após a reação. ....	107
<b>Figura 31.</b> Reação de identificação de amido. (a) Alimentos selecionados para o teste. (b) Inserção reagente de Lugol. (c) Resultado das amostras após a reação, teste positivo para coloração azul escuro.Fonte: Autoria própria, 2024 .....	109
<b>Figura 32.</b> Mapa conceitual final desenvolvido pelo aluno 1 A.....	112
<b>Figura 33.</b> Mapa conceitual final desenvolvido pelo aluno 3C .....	113
<b>Figura 34.</b> Mapa conceitual final desenvolvido pelo aluno 4D.....	114
<b>Figura 35.</b> Mapa conceitual final desenvolvido pelo aluno 13 M .....	114
<b>Figura 36.</b> Mapa conceitual final desenvolvido pelo aluno 16 P.....	115

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1.</b> Questões problematizadora para levantamento das concepções prévias dos estudantes.....	44
<b>Quadro 2.</b> Testes de carboidratos realizados na aula experimental .....	48
<b>Quadro 3.</b> Materiais, reagentes e preparo do reagente de Benedict.....	50
<b>Quadro 4.</b> Materiais, reagentes e procedimento experimental para o reagente de Benedict.....	51
<b>Quadro 5.</b> Materiais, reagentes e procedimento experimental para o reagente de Barfoed .....	51
<b>Quadro 6.</b> Materiais, reagentes e procedimento experimental para o reagente de Molisch.....	52
<b>Quadro 7.</b> Materiais, reagentes e procedimento experimental para o reagente de Tollens .....	53
<b>Quadro 8.</b> Materiais, reagentes e procedimento experimental para o reagente de Seliwanoff.....	54
<b>Quadro 9.</b> Materiais, reagentes e procedimento experimental para o reagente de Lugol. ....	55
<b>Quadro 10.</b> Atividades desenvolvidas nos três momentos pedagógicos do estudo. ....	56
<b>Quadro 11.</b> Resposta referente à primeira pergunta do Pré-questionário. ....	67
<b>Quadro 12.</b> Resposta referente à segunda pergunta do Pré-questionário.....	68
<b>Quadro 13.</b> Resposta referente à terceira pergunta do Pré-questionário.....	69
<b>Quadro 14.</b> Resposta referente à quarta pergunta do Pré-questionário.....	70
<b>Quadro 15.</b> Resposta referente à quinta pergunta do Pré-questionário.....	71
<b>Quadro 16.</b> Resposta referente a sexta pergunta do Pré-questionário. ....	73
<b>Quadro 17.</b> Resposta referente a sétima pergunta do Pré-questionário. ....	74
<b>Quadro 18.</b> Resposta referente a oitava pergunta do Pré-questionário.....	75
<b>Quadro 19.</b> Resposta referente a nona pergunta do Pré-questionário.....	76
<b>Quadro 20.</b> Resposta referente a décima pergunta do Pré-questionário. ....	78
<b>Quadro 21.</b> Resposta referente a décima primeira segunda pergunta do Pré-questionário.....	79
<b>Quadro 22.</b> Resposta referente a décima segunda pergunta do Pré-questionário .....	80
<b>Quadro 23.</b> Resposta referente a décima terceira pergunta do Pré-questionário .....	81
<b>Quadro 24.</b> Resposta referente a décima quarta pergunta do Pré-questionário .....	82
<b>Quadro 25.</b> Resposta referente a décima quinta pergunta do Pré-questionário .....	83
<b>Quadro 26.</b> Resultado das amostras após a realização do teste com Reagente de Benedict. ....	96
<b>Quadro 27.</b> Resultado das amostras após a realização do teste com Reagente de Barfoed. ....	99
<b>Quadro 28.</b> Resultado das amostras após a realização do teste com Reagente de Molisch .....	101
<b>Quadro 29.</b> Resultado das amostras após a realização do teste com Reagente de Tollens .....	104
<b>Quadro 30.</b> Resultado das amostras após a realização do teste com Reagente de Seliwanoff.....	106
<b>Quadro 31.</b> Resultado das amostras após a realização do teste com Reagente de Lugol.....	107
<b>Quadro 32.</b> Resposta referente à primeira pergunta do Pós-questionário.....	116
<b>Quadro 33.</b> Resposta referente à segunda pergunta do Pós-questionário. ....	117
<b>Quadro 34.</b> Resposta referente à terceira pergunta do Pós-questionário. ....	118
<b>Quadro 35.</b> Resposta referente à quarta pergunta do Pós-questionário. ....	120
<b>Quadro 36.</b> Resposta referente à quinta pergunta do Pós-questionário. ....	120
<b>Quadro 37.</b> Resposta referente a sexta pergunta do Pós-questionário.....	122
<b>Quadro 38.</b> Resposta referente a sétima pergunta do Pós-questionário.....	123
<b>Quadro 39.</b> Resposta referente a oitava pergunta do Pós-questionário. ....	124
<b>Quadro 40.</b> Resposta referente a nona pergunta do Pós-questionário .....	125
<b>Quadro 41.</b> Resposta referente a décima pergunta do Pós-questionário.....	127
<b>Quadro 42.</b> Resposta referente a décima primeira pergunta do Pós-questionário .....	128
<b>Quadro 43.</b> Resposta referente a décima segunda pergunta do Pós-questionário.....	129

<b>Quadro 44.</b> Resposta referente a décima terceira pergunta do Pós-questionário.....	130
<b>Quadro 45.</b> Resposta referente a décima quarta pergunta do Pós-questionário.....	131
<b>Quadro 46.</b> Resposta referente a décima quinta pergunta do Pós-questionário.....	132

## LISTA DE EQUAÇÕES

<b>Equação 1.</b> Reação do açúcar redutor com o reagente de Benedict .....	33
<b>Equação 2.</b> Reação do teste de Barfoed com a glicose .....	35
<b>Equação 3.</b> Reações envolvidas na oxidação utilizando o reagente de Tollens.....	35
<b>Equação 4.</b> Reação do reagente de Seliwanoff com frutose.....	37
<b>Equação 5.</b> Reação do 5-hidroxi-metil-furfural, proveniente da glicose, com alfa-naftol e saída de água , seguido da adição de ácido sulfúrico concentrado e formação da coloração lilás .....	38
<b>Equação 6.</b> Formação dos ânions I <sup>3-</sup> e I <sup>5-</sup> a partir da reação de polimerização do iodo com iodeto....	38

# SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>10</b>
1.1. DELIMITAÇÃO DO PROBLEMA .....	13
1.2. JUSTIFICATIVA.....	13
1.3. QUESTÃO DE PESQUISA.....	14
1.4. OBJETIVOS .....	14
1.4.1. Geral.....	14
1.4.2. Específicos.....	14
1.5. AUTORES DE BASE PARA A PESQUISA .....	14
<b>2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>16</b>
2.1. LEIS QUE NORTEIAM A EDUCAÇÃO .....	16
2.2. A IMPORTÂNCIA DA CONTEXTUALIZAÇÃO DO ENSINO.....	18
2.4. O USO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA NO ENSINO DE QUÍMICA.....	22
2.4.1. Construção de sequência didática na perspectiva de Zabala.....	23
2.4.2. Construção e validação de sequência didática na perspectiva de Martine Méheut .....	25
2.5. A EXPERIMENTAÇÃO INVESTIGATIVA.....	27
2.6. QUÍMICA DOS CARBOIDRATOS NO ENSINO DE QUÍMICA.....	32
<b>3. METODOLOGIA.....</b>	<b>40</b>
3.1. CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA .....	40
3.2. CONTEXTO DA PESQUISA .....	41
3.3. PARTICIPANTES DA PESQUISA .....	41
3.5. ORGANIZAÇÃO DAS ETAPAS METODOLÓGICAS .....	42
3.5.1. Momento 1: Problematização Inicial .....	42
3.5.2. Momento 2: Organização do Conhecimento .....	45
3.5.3. MOMENTO 3: APLICAÇÃO DO CONHECIMENTO .....	47
3.6. ANÁLISE DOS DADOS.....	58
3.7. PROPOSTA DE PRODUTO EDUCACIONAL .....	59
3.8. ASPECTOS ÉTICOS DA PESQUISA.....	59
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>61</b>
4.1.1. Tempestade de ideias .....	61
4.1.2. Elaboração de um mapa conceitual .....	62
4.1.3. Questionário Prévio .....	66

4.2. ANÁLISE DO SEGUNDO MOMENTO PEDAGÓGICO .....	85
4.2.1. Primeira etapa.....	85
4.2.2. Segunda etapa.....	86
4.2.3. Terceira etapa.....	87
4.2.4. Quarta etapa.....	92
4.2.5. Quinta etapa.....	93
4.2.6. Sexta etapa.....	95
4.2.7. Experimentação investigativa.....	96
4.3. ANÁLISE DO TERCEIRO MOMENTO PEDAGÓGICO.....	110
4.3.1. Apresentação de seminários.....	110
4.3.2. Mapa conceitual final.....	111
4.3.3. Pós-questionário.....	115
<b>5. CONCLUSÕES.....</b>	<b>134</b>
<b>6. REFERÊNCIAS.....</b>	<b>135</b>
<b>7. APÊNDICES .....</b>	<b>148</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A desarticulação das disciplinas de Ciências Naturais no Ensino Médio propicia a fragmentação do conhecimento por serem abordadas de modo isolado, desvinculando assim, o conteúdo da realidade dos educandos. Essa problemática atrelada a outros fatores é responsável por promover o desinteresse dos adolescentes por tornar principalmente a disciplina de química abstrata e pouco atrativa (Correia *et al.*, 2004).

As leis que orientam a educação recomendam que o ensino de química deve proporcionar aos alunos uma visão integrada do conhecimento, atrelando a ciência ao contexto do cotidiano, promovendo um ensino voltado não apenas para o mundo do trabalho ou prosseguimento de estudos, mas também para formação do estudante como cidadão crítico e pessoa humana (Silva *et al.*, 2018).

De acordo com o quarto artigo da Lei das Diretrizes e Bases da Educação Nacional - LDB (Brasil, 1996), é papel do professor o aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico. Assim, entende-se que o ensino de Química deve colocar o aluno como um participante ativo e autônomo na construção do seu conhecimento e não apenas como um mero aprendiz sem autonomia. Já nos Parâmetros curriculares nacionais para o ensino médio – PCNEM (Brasil, 2002, p.31) reforça a LDB e complementa afirmando que: “O aprendizado de Química pelos alunos de Ensino Médio implica que eles compreendam as transformações químicas que ocorrem no mundo físico de forma abrangente e integrada e assim possam julgar com fundamentos as informações advindas da tradição cultural, da mídia e da própria escola e tomar decisões autonomamente, enquanto indivíduos e cidadãos”. Esse aprendizado deve possibilitar ao aluno a compreensão tanto dos processos químicos, quanto da construção de um conhecimento científico em estreita relação com as aplicações tecnológicas e suas implicações ambientais, sociais, políticas e econômicas. (Brasil, 2002, p.31).

Por outro lado, a Base Nacional Comum Curricular – BNCC (2018) na área de ciências da natureza e suas tecnologias propõe: Um aprofundamento nas temáticas Matéria e Energia, Vida e Evolução e Terra e Universo. Os conhecimentos conceituais associados a essas temáticas constituem uma base que permite aos estudantes investigarem, analisarem e discutirem situações-problema que emergem de diferentes contextos socioculturais, além de compreender e interpretar leis, teorias e modelos, aplicando-os na resolução de problemas individuais, sociais e ambientais. Dessa forma, os estudantes podem reelaborar seus próprios saberes relativos a essas temáticas, bem como reconhecer as potencialidades e limitações das Ciências da Natureza

e suas Tecnologias. (BNCC, 2018). Todos os documentos legais propostos pelo Ministério da educação enfatizam a formação de um aluno que deve ser estimulado em busca de sua autonomia crítica e científica, e os professores precisam possuir ferramentas que garantam tal atitude, por isso, devem buscar metodologias que propicie uma alfabetização científica, além de uma formação autônoma plena e continuada em ciências da natureza e suas tecnologias.

Uma forma de articular diversas metodologias de ensino é utilizar as sequências didática como estratégia no ensino de ciências, especialmente na química, pois essa articula atividades de forma estruturada e dinâmica, favorecendo a contextualização dos conteúdos e a adoção de diferentes metodologias tornando as aulas mais atrativas e interativas ao integrar temas do cotidiano e das mídias (Costa & Lima, 2023).

Além disso, a sequência didática possibilita o ensino da química nos três níveis do conhecimento – microscópico, macroscópico e simbólico –, permitindo o desenvolvimento de habilidades conceituais, procedimentais e atitudinais de forma crítica e reflexiva. A implementação das Sequências de Ensino-Aprendizagem (SEA) fortalece a aprendizagem significativa ao estruturar conteúdos de forma progressiva, conciliando teoria e prática por meio de experimentação, gamificação, resolução de problemas e exposições dialogadas, entre outros (André, 2019; Méheut, 2005) (Méheut & Psillos, 2004).

Com o intuito de sanar as problemáticas no ensino de química pode-se empregar também a experimentação investigativa. Essa surge como um recurso essencial para superar práticas meramente demonstrativas e verificativas que reduzem a participação ativa dos alunos e reforçam a visão da ciência como um conhecimento imutável. Ao incentivar a formulação de hipóteses, a análise crítica de dados e a resolução de problemas, essa abordagem promove a autonomia, o pensamento crítico e o desenvolvimento de habilidades científicas fundamentais, o professor assume o papel de mediador, estimulando o diálogo e a contextualização, tornando o aprendizado mais significativo (Gonçalves & Marques, 2011; Moura & Silva, 2014).

A experimentação investigativa também favorece a articulação dos três níveis do conhecimento químico, proporcionando uma compreensão mais profunda dos conceitos científicos. Por se encontrar alinhada com as diretrizes dos Parâmetros Curriculares Nacionais, essa abordagem amplia a relevância do ensino de química ao conectá-lo a questões sociais, promovendo o engajamento dos alunos e preparando-os para atuar de forma crítica e participativa na sociedade (Brasil, 2006; Andrade & Viana, 2017) (Silva, 2016; Machado, 2004).

Na mesma perspectiva, a contextualização e a interdisciplinaridade são alternativas que visam promover a articulação entre as ciências, aproximando a realidade do aluno da prática

escolar. Segundo Santos e Schnetzler (1997), a simples presença da química no cotidiano apresenta relevância para essa ser lecionada no âmbito escolar justificando o porquê de os indivíduos de uma sociedade terem que compreendê-la.

Desse modo, o emprego de temas geradores na sala de aula promove o interesse dos alunos em compreender os conteúdos explorados por contextualizar e integrar outras áreas do conhecimento com situações existentes no dia a dia, tornando assim os conceitos mais lógicos e próximos da realidade. Segundo Freire (1985), a curiosidade do indivíduo acerca do mundo, isto é, do ambiente em que ele vive é uma exigência para conquistar o conhecimento, bem como para realizar ações transformadoras sobre a realidade.

Sendo assim, o ensino de química pode utilizar de temáticas que estão corriqueiramente sendo vivenciadas na prática pelos alunos e que geram nesses o interesse por promoverem dúvidas e questionamentos sobre a composição dos suplementos alimentícios, sobre o funcionamento dos anabolizantes no corpo, sobre sua alimentação, sobre o ambiente em que vive, sobre o melhoramento dos combustíveis, fármacos, entre outros aspectos.

Nesse sentido, a temática alimentos com enfoque nos carboidratos é bastante promissora para ser abordada no ensino médio de química, uma vez que permite explorar assuntos como ligações químicas, reações químicas, funções orgânicas, polaridade, além disso, pode ser vivenciado também as macromoléculas existentes nos alimentos.

Sendo assim, a bioquímica que por si só é interdisciplinar, mas que é pouco vivenciada no Ensino Médio pode ser explorada por intermédio da temática alimentos, uma vez que a bioquímica engloba as biomoléculas, bem como os conceitos químicos e biológicos. (Francisco Junior; Francisco, 2006).

Segundo Alcântara e Filho (2015), a bioquímica é a ciência responsável por estudar a química da vida. Abordando conceitos atrelados a reações químicas de síntese e degradação dos carboidratos, proteínas, lipídios, ácidos nucleicos, bem como a importâncias destas no funcionamento do organismo humano.

Sob esse aspecto, visou-se utilizar a temática alimento com enfoque nos carboidratos como tema gerador pelo motivo de os jovens e os adolescentes que buscam o “corpo perfeito” rotineiramente realizar os seguintes questionamentos: “o que comer para adquirir massa magra?”, “Como definir o corpo?”, “O que são os anabolizantes?” ou até mesmo “Como perder gordura?”. Essas indagações proporcionam interesse pelo que vai ser vivenciado e as hipóteses originadas pelos alunos para essas perguntas permitem observar o conhecimento prévio sobre o assunto.

Por este motivo, esse trabalho teve o objetivo de desenvolver uma sequência didática que utiliza a biomolécula carboidrato como estratégia contextualizadora e facilitadora do ensino de química orgânica. Isto é, o trabalho objetiva explicar as biomoléculas de modo geral, mas tratando de forma mais aprofundada apenas a macromolécula carboidratos.

Os carboidratos por serem fontes primárias de energia apresenta importância fundamental como combustível para a manutenção da vida humana. Levando em consideração este fator, atrelado a necessidade de responder aos questionamentos dos alunos, como “carboidratos são açúcares que nos proporcionam energia”, foi desenvolvida uma sequência didática baseada na experimentação investigativa para os estudantes do 3º do Ensino Médio e foi aplicada em uma disciplina eletiva intitulada “Os combustíveis da vida”.

### 1.1. DELIMITAÇÃO DO PROBLEMA

O interesse pela pesquisa nesta temática ocorreu devido a bioquímica ser um conteúdo que na maioria das vezes é apenas ministrada de forma superficial na disciplina de biologia e não é abordado na disciplina de química por falta de tempo ou organização do docente quanto ao cronograma ou produção de materiais que facilitem a compreensão dos alunos sobre esse conteúdo, mas que se faz presente no conteúdo programático curricular da disciplina de química. Diante disso, surge o seguinte questionamento de pesquisa: A sequência didática empregando a temática carboidrato pode ser uma estratégia que permite contextualizar e facilitar o ensino de química orgânica? Desse modo, esse questionamento faz uma reflexão da necessidade de que professores, em todas as áreas de atuação educacional, devem buscar ferramentas metodológicas para melhorar sua atuação profissional, mudando a ideia de educação bancária através de um ensino mecânico e de pura memorização, para uma aprendizagem reflexiva e prazerosa, com ênfase na formação de um aluno crítico e autônomo capaz de entender e resolver conflitos no âmbito científico e ambiental em seu meio social.

### 1.2. JUSTIFICATIVA

A abordagem investigativa proposta nessa temática terá o propósito de minimizar a distância entre o conhecimento científico e o conhecimento escolar. Sendo assim, a temática alimentos, com foco na biomolécula carboidratos foi utilizada para desenvolver um produto educacional com o formato de e-book que apresenta os conteúdos de forma contextualizada, com suas respectivas atividades experimentais. O e-book poderá ser utilizada por outros

docentes na disciplina de eletiva dos 1º, 2º ou 3º ano do ensino médio de química como ferramenta para aperfeiçoar a didática sobre essa temática, bem como facilitar o processo de ensino-aprendizagem.

### 1.3. QUESTÃO DE PESQUISA

A sequência didática empregando à temática carboidrato baseada na experimentação investigativa para o ensino médio de química pode ser uma estratégia que permite contextualizar e favorecer o ensino de química orgânica?

### 1.4. OBJETIVOS

#### 1.4.1. Geral

Desenvolver uma sequência didática sobre a temática carboidrato presente nos alimentos baseada na experimentação investigativa no ensino de química orgânica, voltada para estudantes do 3º ano do ensino médio.

#### 1.4.2. Específicos

- Identificar e analisar os conhecimentos prévios dos estudantes do 3º ano do ensino médio de uma escola pública estadual sobre alimentação e sobre os carboidratos presente nos alimentos;
- Elaborar uma intervenção didática sobre a temática alimentação com foco nos carboidratos baseada na experimentação investigativa para abordagem das biomoléculas;
- Analisar a relevância e contribuições da abordagem de ensino contextualizada e investigativa no desenvolvimento da aprendizagem;
- Desenvolver um produto educacional a partir da intervenção didática proposta.

### 1.5. AUTORES DE BASE PARA A PESQUISA

Pensar no processo de ensino e aprendizagem remete-nos às aulas que priorizem estratégia de ensino enquanto necessária e urgente no contexto atual da educação básica no Brasil, mas como é possível motivar os estudantes em participar ativamente de aulas em que ele se torna o agente principal de sua formação e o professor passa a ser um mediador? De

acordo com Mazur (2015) em seu trabalho de atuação “Aprendizagem por Pares” (*Peer Instruction*), explica que não é fácil convencer e motivar o estudante a aceitar um método que substituirá um formato de aulas em que eles já estão adaptados, para conseguir essa mudança ele argumenta sobre a impossibilidade da aprendizagem apenas com aulas expositivas/dialogadas e passivas, que é impossível um professor, por melhor que seja, conseguir abordar todo o conhecimento proposto naquela aula, em suas mentes, e desafia o estudante a se tornarem pensadores críticos, capazes de construir sua própria aprendizagem

A abordagem temática proposta apoia-se no pensamento de Freire (1986), Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002) que consideram a abordagem temática constituinte de uma “Perspectiva curricular cuja lógica de organização é estruturada com base em temas, com os quais são selecionados os conteúdos do ensino das disciplinas”. Por outro lado, no livro, “A Pedagogia entre o dizer e o fazer” (2002), Meirieu expõe a equivocada relação estabelecida por muitos entre “saber” e “fazer”, na qual os saberes teóricos são colocados em posição contrária aos saberes práticos, sobrepondo-se os primeiros aos últimos, condenando ao distanciamento da prática aqueles que pesquisam e produzem teoria, impedindo-os de “fazer” o que “dizem”.

Por fim, a opinião de Zabala (1998), a sequência didática é um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelo professor como pelos alunos. Segundo o autor, “é preciso insistir que tudo quanto fazemos em aula, por menor que seja, incide em maior ou em menor grau na formação de nossos alunos”. Nessa linha de pensamento, Méheut e Psillos (2004) apontam que uma Sequência de Ensino-Aprendizagem pode ser tanto uma atividade de intervenção que, por sua vez, possibilita a investigação, quanto uma curta sequência curricular para ensinar conceitos científicos.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1. LEIS QUE NORTEIAM A EDUCAÇÃO

Com a primeira Lei de Diretrizes e Bases da Educação Brasileira (LDB), sancionada em 1961 por intermédio da Lei nº 4.024/61, a educação brasileira teve seu sistema de ensino descentralizado e os estados passaram a ter maior autonomia (Meneses, 1998). O ensino médio, em 1971, denominado de segundo grau (2º) apresentava como finalidade, na nova LDB, instituída por meio da Lei nº 5692/71, desenvolver as competências dos discentes com o objetivo de promover autorrealização, aperfeiçoamento para o mercado de trabalho e o preparo para o exercício da cidadania (Brasil, 1971).

Em 1996, a LDBEN foi reformulada novamente, por intermédio da Lei nº 9394/96 com a finalidade de adequar a educação às leis existentes na Constituição Brasileira de 1988, conforme disposto no Art. 205. Com essa alteração a educação passou a ser assegurada por lei como dever do estado e da família, obrigatória a partir dos quatros anos e com carga horária mínima de 800 horas por série (Brasil, 1996).

Segundo o Ministério da Educação, 2018, a LDBEN, Lei nº 9.493/1996, define em seu artigo 35, que o ensino médio tem como finalidade consolidar e aprofundar os conhecimentos obtidos no ensino fundamental; aperfeiçoar o estudante como pessoa humana, baseado na formação ética e no desenvolvimento do pensamento crítico e autonomia intelectual; preparar o estudante para o exercício da cidadania e para o mundo do trabalho e aprimorar os educandos para relacionar a teoria com a prática para que eles compreendam os fundamentos científicos e tecnológicos dos processos produtivos (Brasil, 2018).

Além disso, a educação rígida e disciplinada por regras impostas cedeu espaço a um ensino estruturado no desenvolvimento tecnológico e social, permitindo assim, preparar o indivíduo não apenas para o mercado de trabalho, mas também para o desenvolvimento humano pleno e para ensinos posteriores. Sendo assim, a educação adquiriu autonomia devido ao aprimoramento e desenvolvimento das competências culturais e cognitivas (Brasil, 2000a).

Com os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM), instaurado no ano de 2000, foram desenvolvidas competências e habilidades para promover o aprendizado permanente e o desenvolvimento pessoal. Nesse documento, consta que os conteúdos devem ser lecionados de modo contextualizado e as disciplinas de ciências devem ser correlacionadas, promovendo assim, interdisciplinaridade. Cooperando para fornecer significado aos assuntos

vivenciados na sala de aula por articular esses com a vida, o trabalho, bem como, situações presentes no cotidiano (Brasil, 2000a).

Nesse mesmo ano, as disciplinas de Biologia, Química, Física e Matemática na área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias foram agrupadas de modo interdisciplinar por conteúdos específicos. Essa organização por temas estruturadores foi proposta pelos Parâmetros Curriculares Nacionais + (PCN+) que foi desenvolvido com a finalidade de complementar os PCNEM (Brasil, 2000b).

Com a articulação das disciplinas por áreas de conhecimento, o conteúdo deixa de ser estático e isolado, passando a ter dinamicidade devido permear por diferentes áreas do saber que atrelado a contextualização cooperou para desenvolver nos estudantes uma formação mais crítica e reflexiva. Desse modo, o aluno torna-se capaz de tomar decisões mais conscientes sobre problemáticas e transformação do ambiente em que ele vive. Sendo assim, a educação antes fundamentada na memorização cede lugar a uma educação informativa, argumentativa, crítica e reflexiva que é norteada e construída, mas não depositada (Braga, 2019).

Levando em consideração o inquietante nível de reprovação, abandono e evasão escolar a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) é aprovada em 2018 e atrelada nos princípios éticos, políticos e estéticos do Plano Nacional de Educação (PNE). A BNCC é um documento normativo que contém um conjunto de orientações e definições para orientar a elaboração dos currículos das escolas das redes públicas e privadas de todo o Brasil.

A BNCC objetiva elevar a qualidade do ensino do país utilizando uma referência comum obrigatória a todas as instituições da educação básica proporcionar aos educandos uma educação de qualidade. Nela consta os conhecimentos essenciais, as habilidades, as aprendizagens e as dez competências que devem ser desenvolvidas pelos estudantes (Brasil, 2018).

Essa aprovação ocorreu em decorrência da modificação realizada na base do ensino médio. Por intermédio da Lei nº 13.415/2017 a LDBEN alterou e determinou a ampliação do tempo mínimo de 800 para 1.000 horas anuais, até o final de 2022. Desse modo, o estudante totaliza 3.000 horas na escola no término do terceiro ano. Além disso, foi definido uma nova estruturação curricular mais flexível, considerando a Base Nacional Comum Curricular que deve ter carga horária de até 1800 e o restante deve ser designada aos itinerários formativos que apresentam enfoque nas áreas do conhecimento e na formação técnica e profissional, ofertando assim, diferentes possibilidades de escolha aos educandos. A reorganização do ensino visa aproximar o conteúdo vivenciado na escola à realidade dos estudantes e objetiva ofertar a todos os estudantes uma educação de qualidade (Brasil, 2018).

As redes de ensino apresentam autonomia na definição e oferta dos itinerários formativos que são constituídos por disciplinas eletivas, optativas, projetos pedagógicos que podem ser escolhidos pelos discentes permitindo esses se aprofundarem na área que apresentam afinidade ou que objetivam seguir nos estudos posteriores. Os itinerários formativos são um aprofundamento das áreas do conhecimento (Matemáticas e suas Tecnologias, Linguagens e suas Tecnologias, Ciências da Natureza e suas Tecnologias e Ciências Humanas e Sociais Aplicadas) e também da formação técnica e profissional) (Brasil, 2018).

As Unidades Curriculares Eletivas são disciplinas semestrais, com carga horária de duas aulas semanais de 50 minutos. Essas podem ser desenvolvidas visando ampliar e aprofundar os conteúdos de uma área do conhecimento, com foco na contextualização para intervenção na realidade. As eletivas são desenvolvidas pelo docente que nessa disciplina pode ser um professor-autor ou desenvolver algum projeto proposto pelo livro didático ou currículo. O papel da escola durante a eletiva é apresentar para os alunos e esses têm a autonomia de selecionar a temática que deseja cursar. Nessa disciplina pode ser abordado conhecimento sobre diversos temas, mas que atendam a formação dos docentes e contribuam para a formação dos discentes. Sendo assim, as eletivas podem contribuir para a construção do projeto de vida dos estudantes, uma vez que esses têm a liberdade de escolher o conteúdo ou temática do conhecimento para se aprofundar (Pernambuco, 2021).

## 2.2. A IMPORTÂNCIA DA CONTEXTUALIZAÇÃO DO ENSINO

Desde as primeiras civilizações o ser humano busca compreender a origem do universo, sua própria origem, os fenômenos que ocorrem na natureza, além de outros questionamentos. Com as crianças e adolescentes não é diferente, no entanto, esses durante muitas décadas tiveram suas dúvidas e questionamentos reprimidos pelo modelo de ensino tradicional, pois apenas o professor era o detentor do saber e não podia ser questionado ou contrariado (Pereira, 2021).

Isso atrelado a aulas meramente expositivas e desvinculada da realidade social cooperou para tornar o ensino desinteressante e a aprendizagem repetitiva, baseada na memorização, deixando assim, os alunos desmotivados, pois nesse padrão de ensino, os educandos, na imensa maioria das vezes não obtinham respostas sobre indagações como: “onde isso será utilizado em minha vida” ou “para que isso serve?” (Silva, 2021).

Essas problemáticas no ensino de química tornam o conteúdo abstrato, pouco atrativo e taxado na maioria das vezes como complexo. Segundo Pontes (2008), a dificuldade que os discentes apresentam de aprender química ocorre por esses não compreenderem a importância

do que lhes é lecionado, devido os conteúdos serem descontextualizados e distantes da realidade. Por isso, é bastante recorrente pesquisadores no ensino de química buscarem por metodologias que facilitem o processo de ensino e aprendizagem, que relacionem o conhecimento científico a ser lecionado com situações presente no cotidiano estudantes (Wartha, 2013).

Segundo Jimenez-Liso *et al.*, (2002), para tornar o conteúdo visível e perceptível aos olhos dos estudantes faz-se necessário associar o conhecimento científico a realidade presente no cotidiano desses, isto é, contextualizar, promovendo assim, a conexão do abstrato com o real. A contextualização dos conteúdos age relacionando as abordagens temáticas de áreas distintas do conhecimento e também associando essas ao dia a dia dos educandos (Wartha *et al.*, 2013).

Os currículos atuais recomendam que conhecimentos obtidos no ensino de química devem proporcionar aos estudantes uma concepção de mundo desfragmentada e articulada promovendo uma formação humana e cidadã (Brasil, 2000). Com o novo ensino médio, a disciplina de química é considerada como um componente da área do conhecimento de ciências da natureza e suas tecnologias (Silva, 2021).

Segundo a Base Nacional Comum Curricular, ensino de Ciências da Natureza na educação básica deve ser contextualizado, preparar os educandos para realizar questionamentos, tomar decisões, argumentar e ter soluções alternativas para problemáticas e realizar o uso consciente das tecnologias (Brasil, 2018).

Com a alteração do Ensino Médio, tornam-se finalidades da educação, priorizar a relação entre as disciplinas da área de Ciências da Natureza, a contextualização e temas transversais. A BNCC destaca as temáticas Matéria e Energia; Vida, Terra e Cosmos como pertencentes a área de Ciências da Natureza. Nessas temáticas, os conteúdos atrelados, bem como, as competências e habilidades desempenhadas pelos discentes devem ser desenvolvidos de modo conjunto e não mais dissociado (Silva, 2021).

Segundo Zanon (2007), aprender é reconstruir permanentemente o conhecimento já adquirido, que por sua vez funcionará como âncora para os saberes emergentes. Sendo assim, é bastante relevante para a construção do conhecimento ser levado em consideração durante as aulas as concepções prévias, isto é, as experiências e vivências do cotidiano dos estudantes.

A abordagem de ensino baseada nos temas geradores recomenda a utilização da contextualização dos conteúdos por permitir o desenvolvimento de conhecimentos e valores que auxiliam os educandos a compreenderem o mundo em que vivem (Bonemberger, Silva e Costa, 2007). Segundo Corazza (2013), os temas geradores são estratégias de ensino que

promove a educação por intermédio do diálogo, além de permitir troca de significados entre alunos e professores, sendo desse modo uma relação horizontal. Essa educação baseia-se na teoria dialógico-dialética de Paulo Freire que se contrapõe à educação bancária, na qual, o professor é o detentor de saber que deposita os conteúdos e os alunos são os receptores passivos do saber.

O emprego dos temas geradores como abordagem na disciplina de química pode promover a aprendizagem por vincular situações presente no dia a dia dos alunos com os conteúdos científicos em sala de aula, motivando os alunos a quererem compreender o conteúdo por fazer parte de sua vida, tornando assim, a aprendizagem mais interessante, prazerosa e com sentido por responderem perguntas que fazem parte da sua vida (Alba; Salgado; Del Pino, 2013).

Nessa perspectiva, a inserção da temática alimentos nas aulas de química, além de atuar como tema gerador, permite a ancoragem de conhecimentos por permitir que os alunos exponham seus conhecimentos prévios. Além disso, pode promover interdisciplinaridade na área de Ciências da Natureza, indo de encontro com o que se é solicitado na base e no currículo.

### 2.3. OS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS

Os Três Momentos Pedagógicos têm origem na transposição das concepção do educador brasileiro Paulo Freire, que buscava transformar a educação tradicional, centrada na memorização passiva, em uma prática emancipadora e crítica. Esses princípios foram apresentados em sua primeira obra, *Pedagogia do Oprimido*, publicada em 1970, e serviram de inspiração para Delizoicov e Angotti, que em 1982 sistematizaram os Três Momentos Pedagógicos (Suárez; Braibante, 2021).

De acordo com Muenchen (2010), Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2009) estruturaram os Três Momentos Pedagógicos (3MPs) nas seguintes etapas: Problematização Inicial, Organização do Conhecimento e Aplicação do Conhecimento. O primeiro momento, denominado de Problematização inicial (PI), caracteriza-se pela exposição de questões que englobam situações reais presentes no cotidiano dos alunos com o intuito de promover uma conversação didática fundamentada na problematização, desafiando esses a expor seus conhecimentos prévios (Moreira *et al.*, 2008).

Segundo Abreu *et al.* (2017), esse momento pode promover a reflexão, possibilitando o aluno a levantar hipóteses, criar estratégias de resolução e permitir o diálogo entre estudante – professor, estudante – estudante, não se limitando apenas a simples respostas, mas a construção de um diálogo que é primordial para a problematização acerca da realidade em que

vive, podendo assim, compreender, explicar e transformar a realidade do mundo (Freire, 1970). Sendo assim, o objetivo dessa etapa é incitar o pensamento crítico e a compreensão sobre os questionamentos, estimulando o estudante a desenvolver e aprimorar o seu conhecimento (Muenchen, 2010).

No momento de Organização do Saber (OS), o professor adota um papel mais ativo, apresentando de forma estruturada os conhecimentos que permitirão a compreensão do tema gerador e das questões previamente problematizadas (Muenchen, 2010). Essa etapa envolve a mediação docente para abordar os conteúdos científicos essenciais, capacitando os estudantes a analisarem e interpretar o assunto em estudo e as situações significativas relacionadas às problematizações iniciais.

Para isso, utilizam-se diversas estratégias pedagógicas, como análise de casos, experimentos, jogos educativos e resolução de problemas, entre outras. É fundamental que essas metodologias sejam alinhadas à estrutura cognitiva dos estudantes, possibilitando a conexão entre os subsunçores específicos de quem aprende e os conteúdos apresentados, de maneira lógica, não arbitrária e significativa (Moreira, 2011; Rodriguez *et al.*, 2010).

Na terceira e última etapa dos três momentos pedagógicos, denominada de Aplicação do conhecimento (AC), retomam-se os questionamentos realizados na (PI) para avaliar os conhecimentos assimilados pelos estudantes ao longo da aula. Além disso, podem ser introduzidas novas questões relacionadas aos conteúdos científicos abordados na (OS), promovendo uma análise mais ampla.

Essa etapa busca desenvolver atividades que desafiem os alunos a utilizar os conhecimentos adquiridos para interpretar e solucionar novas situações, muitas vezes de forma prática e aplicada. Espera-se que, com o saber assimilado, os estudantes assumam um papel mais ativo no processo de ensino-aprendizagem, conectando o que aprenderam às questões iniciais e a contextos semelhantes, consolidando, assim, o aprendizado de maneira significativa (Muenchen, 2010).

Nesta sequência de ensino-aprendizagem, a temática escolhida como tema gerador para a Organização do conhecimento (OC) foi a biomolécula carboidratos, dada sua ampla presença no cotidiano dos estudantes e em alimentos como frutas, verduras, cereais, tubérculos, entre outros. Os carboidratos, cuja fórmula molecular genérica é  $(CH_2O)_n$ , também conhecidos como sacarídeos, glicídios ou hidratos de carbono, possuem como característica estrutural grupos hidroxilas e um grupo carbonila, que pode ser do tipo aldeído ou cetona (Berg; Tymoczko; Stryer, 2004).

Além disso, foi ressaltado também que os carboidratos estão presentes nas paredes celulares de bactérias e vegetais, além de integrarem as estruturas do ácido desoxirribonucleico (DNA) e do ácido ribonucleico (RNA). No organismo, eles desempenham diversas funções biológicas essenciais, como servir de fonte e reserva de energia, atuar como intermediários metabólicos e contribuir para a formação de estruturas (Nelson; Cox, 2006).

#### 2.4. O USO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA NO ENSINO DE QUÍMICA

Com os avanços e transformações da ciência e da tecnológicas a comunidade escolar contemporânea encontra-se inserida em um cenário de desenvolvimento acelerado, repleto de diversas informações que são compartilhadas e divulgadas instantaneamente no mundo digital (Santos *et al.*, 2016). Nesse sentido, o professor(a) precisa tornar o processo de ensino dinâmico com o intuito de promover um ambiente propício para que os estudantes participem ativamente no processo de construção do conhecimento (Barbosa, 2018).

Sendo assim, o contexto em questão precisa ser considerado no planejamento docente, que por sua vez, deve buscar estratégias para motivar um público de perfil midiático que desde sua origem se encontra inserido no meio tecnológico. Esses apresentam dificuldade de aprender conteúdos que não estão em alta na mídia, mas que em contrapartida são disponibilizados de modo rápido e variado. Em virtude dessas circunstâncias, presentes no âmbito escolar, é competência do professor, ser mediador do conhecimento no processo de ensino-aprendizagem, assessorar o discente na aquisição, organização e interpretação dessas informações (Barbosa, 2018).

Nesse sentido, percebe-se que a orientação do docente é primordial, uma vez que as informações difundidas no meio digital devem ser filtradas, questionadas e investigadas, evitando assim, a assimilação e compartilhamento de notícias falsas e de conteúdos com erros conceituais, principalmente na área das ciências por apresentar assuntos que na maioria das vezes são abstratos e que não é de domínio cognitivo de todos.

Desse modo, é notório o paradoxo existente em torno da disseminação do conhecimento no meio digital, pois esse pode ser obtido de forma rápida, prática e diversificada, mas por outro lado, apresenta o risco de ser errôneo, excessivo e exaustivo. Esses últimos fatores cooperam para gerar dificuldades, equívocos e erros nos alunos durante a prática de construção do próprio conhecimento. Por esse motivo, o professor precisa incorporar na sua prática docente temas que estão em alta nas mídias ou que fazem parte da realidade dos estudantes, com o objetivo de chamar a atenção desses, tornar as aulas mais interessantes e dinâmicas.

Segundo Costa e Lima (2023), é relevante contextualizar os conteúdos químicos, com o objetivo de proporcionar uma aprendizagem que não se restringe apenas a superficialidade dos conceitos, mas que possibilita que esses sejam entendidos, vivenciados e aplicados nos problemas e fenômenos que ocorrem corriqueiramente no cotidiano dos estudantes. Sendo assim, a contextualização possibilita tornar os assuntos mais atraente, com mais sentido, além de permitir que os educandos se envolvam expondo suas opiniões, pontos de vista e discordância acerca do tema, participando assim, ativamente do processo de construção do saber.

Uma estratégia educacional que pode ser empregada para minimizar essas problemáticas, dinamizar, contextualizar e aprimorar o processo de ensino-aprendizagem é a sequência didática. Essa notável linha de investigação teve início nos centros de pesquisas europeus, especificamente na França, na década de 1980 e visava implementar e atrelar concepções de sequências estruturada por tópicos para o ensino de ciências, em áreas como fotossíntese, respiração, óptica, estrutura da matéria, entre outros, substituindo assim, os currículos de longo prazo (Méheut; Psillos, 2004).

#### **2.4.1. Construção de sequência didática na perspectiva de Zabala**

Segundo Zabala (1998, p.18), Sequências Didáticas (SD) são definidas como unidades didáticas, unidades de programação, ou unidades de intervenção pedagógica orientadas por um “conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelo professor como pelos alunos”. Na constituição das SD deve-se considerar a relevância das pretensões educacionais na designação dos conteúdos de aprendizagem e as atribuições das atividades que são dispostos. Para o autor, as intervenções reflexivas das Sequências didáticas são constituídas por três fases, que são: planejamento, aplicação e avaliação (Ferreira, 2020).

De acordo com Dolz; Noverraz; Schneuwly (2004, p. 96), Sequência Didática “é um conjunto de atividades escolares organizadas, de maneira sistemática, em torno de um gênero textual oral ou escrito”. Para eles a SD é uma ferramenta que objetiva auxiliar os educandos a compreenderem gêneros que eles apresentam dificuldades, desconhecimento ou conhecimento insuficiente. A definição de Oliveira (2013), converge com Zabala (1998), uma vez que ele descreve que uma Sequência Didática compreende um conjunto de atividades conectadas que seguem de modo progressivo. No qual, as unidades de trabalho escolar são estruturadas em atividades com o intuito de proporcionar sentido para os estudantes. A participação desses desde

o princípio do processo de ensino-aprendizagem é fundamental, mas para isso necessita informar-lhes os objetivos, formas de avaliação e resultados.

Ainda para o autor, uma SD necessita de um planejamento que determine as etapas e/ou atividades que devem ser empregadas nos conteúdos, das disciplinas que devem ser dispostos e modo integral para aprimorar o desenvolvimento do processo de ensino e aprendizagem. Para Araújo (2013), em uma sequência didática o professor é o mediador da aprendizagem, responsável por desencadear e nortear as ações, os conteúdos específicos que serão abordados nas atividades sequenciais que são vivenciados em módulos compostos. Sendo assim, verifica-se que a SD é articulada pelo professor que organiza as atividades consoante os centros temáticos e procedimentais.

Por permitir a utilização simultânea ou a alternância de diversos recursos e estratégias durante o desenvolvimento de uma temática presente em uma unidade de ensino a sequência didática torna-se bastante vantajosa no processo de ensino-aprendizagem. Essa ferramenta pedagógica empregada para sistematizar o conhecimento científico possibilita inserir currículos que ultrapassam o currículo mínimo, além de contribuir para um ensino mais efetivo, que se vincula ao cotidiano do aluno (Barbosa, 2018). Sendo assim, o planejamento de uma sequência didática é composto por diversas etapas que são integradas e podem empregar várias atividades e metodologias de ensino com objetivo de englobar os conteúdos indispensáveis para desenvolver as competências e habilidades desejadas e tornar o processo de ensino mais dinâmico e os assuntos mais interessantes.

Segundo Dolz; Noverraz; Schneuwly (2004), a sequência didática é realizada no decorrer de diversas aulas e no desenvolvimento inicial ocorre a apresentação bem definida da problemática e/ou assunto que será vivenciado, bem como a atividade a ser desempenhada. Posteriormente a esse primeiro momento, será possível os discentes desempenhar um exercício inicial ou expor seus conhecimentos prévios sobre a temática, com isso o docente pode realizar um estudo diagnóstico para prosseguir, aprimorar ou alterar seu plano de trabalho que será desempenhado em módulos. Após finalizar todas as etapas, a SD é concluída com a produção final dos estudantes que realizam uma atividade com um grau de complexidade igual ou superior ao da produção inicial. Nessa última etapa que é definida como avaliativa o docente tem o papel de verificar se o conhecimento do aluno foi construído ao comparar as atividades finais com as iniciais.

Desse modo, é primordial que o professor defina as fases, as atividades, bem como os objetivos a serem atingidos no decorrer da aplicação com o intuito de compreender e verificar a contribuição que essa proporcionará no processo de ensino-aprendizagem. Com isso, torna-

se mais perceptível para o docente saber as alterações e inserções de atividades e metodologias que viabilizem o aprimoramento desse instrumento didático (Amaral; Ferreira, 2018).

Além de possuir estrutura de ferramenta didática para o ensino, as sequências didáticas podem em uma segunda perspectiva apresentar finalidade de pesquisa sobre o ensino e aprendizagem de ciências, como por exemplo, pesquisa no ensino de química, visando contribuir para o aprimoramento, problematização, inovação e conseqüentemente melhores resultados da educação científica. Sendo assim, as SD são também estruturadas de modo que atrelem discussões e questionamentos na área da pesquisa.

De acordo com Giordan *et al.* (2011), as pesquisas que envolvem sequências didáticas, no Brasil, seguem linha de pesquisa francesa, pois as investigações no ensino, visam observar as relações entre os discentes, docentes e o conhecimento, partindo de situações didáticas existentes no processo de ensino-aprendizagem.

#### **2.4.2. Construção e validação de sequência didática na perspectiva de Martine Méheut**

Segundo Meheut e Psillos (2004), as Sequência de Ensino-aprendizagem (SEA), do inglês, "*Teaching-Learning Sequences*", são constituídas por um conjunto de atividades com perspectiva instrucional, que apresentam enfoque na pesquisa e possuem a finalidade de auxiliar os estudantes a compreenderem o conhecimento científico (André, 2019).

Méheut (2005) determina que na proposição e aplicação de sequências de ensino e aprendizagem quatro elementos básicos devem ser considerados, que são: professor, estudante, conhecimento científico e mundo real. Nesse modelo que visa contribuir para identificar o empenho proporcionado em propostas de ensino específicas, as SEA dependendo das relações que são estabelecidas, podem ser desempenhadas em duas dimensões: a dimensão epistêmica e a dimensão pedagógica.

A dimensão epistemológica visa relacionar o conhecimento científico ou científico escolar com o conhecimento de mundo que engloba a realidade social vivenciada pelos sujeitos no cotidiano. Essa dimensão tem o interesse de avaliar essas relações nas etapas de elaboração, aproximação e validação do conhecimento científico com o intuito de tornar esse mais relevante ao associá-lo a realidade do aluno.

A dimensão pedagógica está associada ao processo educacional e leva em consideração as relações estabelecidas entre os sujeitos (professor-aluno) e os papéis desenvolvidos por esses durante o processo de compreensão e construção do conhecimento. De modo geral, ambas as dimensões devem ser consideradas igualmente durante o desenvolvimento do desenho estrutural da SEA, evitando ênfase a uma dimensão específica, sendo assim, deve-se selecionar

abordagens de ensino que contemple tanto a dimensão epistêmica quanto a dimensão pedagógica (Amaral; Silva, 2021).

Na perspectiva de Méheut (2005), a validação das sequências de ensino e aprendizagem pode ocorrer de dois modos, sendo denominada de Validação a posteriori, que são, a validação externa ou comparativa e a validação interna. A validação externa ou comparativa implica em realizar análises comparativas entre os aspectos e resultados obtidos no desenvolvimento de uma SEA e os obtidos no modelo de ensino tradicional. O método avaliativo neste tipo de validação ocorre por meio da aplicação de pré e pós-testes em ambos os formatos de ensino.

A validação interna ou formativa leva em consideração os próprios resultados da SEA, sendo assim, são analisados, os processos de aprendizagem dos estudantes, se as atividades presentes possibilitam que esses atinjam os objetivos propostos na SEA, bem como as técnicas avaliativa dos resultados provenientes do desenho proposto na sequência. A avaliação dessa validação também ocorre mediante a aplicação de pré e pós-testes, mas analisa-se também cada etapa da sequência, o desenvolvimento cognitivo dos estudantes no decorrer de cada atividade desempenhada, as metodologias de ensino empregadas que foram mais relevantes no processo de ensino (André, 2019; Amaral; Silva, 2021).

Desse modo, percebe-se que a validação interna é mais relevante para verificar a aprendizagem dos alunos, por não comparar apenas a utilização ou não utilização da SEA, mas por investigar em que a abordagem centrada no estudante, atrelada a uma diversidade de atividades, contribui para o progresso dos discentes. Tornando assim, mais fácil diagnosticar a partir de qual etapa do conhecimento o aluno apresentou dificuldade de compreensão, possibilitando dessa maneira adaptar o ensino com base nas necessidades individuais dos estudantes, minimizando as dificuldades apresentadas por etapas e não apenas no término da ministração do conteúdo.

De modo semelhante a perspectiva de Méheut, Leach *et al.* (2005), consideram que os resultados de uma sequência mapeiam os pontos dos conteúdos e estratégias didáticas que necessitam ser melhorados, com isso os docentes podem selecionar metodologias e formas de abordagem proporcione melhores resultados na sua prática de ensino. Na mesma linha de raciocínio, Andersson *et al.* (2005) inferem que o planejamento de uma SEA não é engessado, sendo assim, não há a necessidade de seguir um plano previamente estabelecido, no entanto, apresentam uma estruturação dinâmica e criativa, visto que, diversas questões investigativas podem surgir no decorrer da aplicação.

Diante do exposto, pode-se considerar que uma sequência de ensino e aprendizagem é um agrupamento de atividades organizadas, que existem para planejar o ensino de um conteúdo

e que são organizadas dentro de uma rede interligada de ações em busca de aprendizagem maximizando as potencialidades de diferentes metodologias. Sendo assim, uma sequência de ensino e aprendizagem deve ser estruturada de forma dinâmica, respeitando a autonomia e criatividade de professores e pesquisadores, podendo utilizar de diferentes metodologias e recursos de ensino durante as aulas (como exposições, contextualizações, exercícios, situações problemas, experimentação, gamificação, entre outros).

Esses podem ser empregados e organizados em uma sequência lógica e progressiva, com o intuito de promover a construção do conhecimento dos alunos. Na disciplina de química, o professor deve articular os conteúdos ensinados com os três níveis do conhecimento químico, que são: o microscópico, o macroscópico e o simbólico (representacional), de modo que o aluno avance transitando entre esses três níveis e que também tenha domínio do conhecimento conceitual, procedimental e atitudinal, para que o aluno aprenda na teoria e na prática e construa seu conhecimento de forma crítica e reflexiva.

## 2.5. A EXPERIMENTAÇÃO INVESTIGATIVA

Há aproximadamente 2.200 anos, a experiência já era considerada como relevante pelo filósofo Aristóteles, isso pode ser comprovado pelo seu discurso ao afirmar que “na maioria das vezes engana-se no tratamento, ao considerar a noção sem a experiência, e compreenda o universal desconsiderando o particular que nele está englobado (Giordan, 1999).

No século XVII, as práticas de experimentação tornaram-se primordiais para estruturar as áreas de Ciências e de Química, no estabelecimento de uma metodologia científica fundamentados em pesquisas que integravam o pensamento de indução e dedução. No início do século XVIII, os filósofos da época, reconheciam a importância da experimentação no ensino de Ciências (Giordan, 1999; Zompero; Laburú, 2016).

Em meados do século XVIII e início do século XIX, na Inglaterra, surge a primeira revolução científica e tecnológica, nesse período a força de trabalho promovida pelo ser humano deu lugar a energia gerada pelas máquinas a vapor, modificando assim, o mercado de produção no setor industrial. Com o desenvolvimento das indústrias químicas que tinha como matéria prima os derivados de petróleo, o avanço dos transportes e comunicação, surge a segunda revolução, em meados do século XIX e início do século XX (Morais, 2012).

Para atender as demandas do setor industrial, o âmbito educacional desenvolveu as escolas técnicas para educação profissional, surgindo assim, a educação tecnicista pautada em um ensino que prioriza a eficiência e produtividade. Nesse modelo, o papel do professor era o de executor e do aluno era de receptor do conhecimento, a relação entre ambos é verticalizada.

No entanto, o ensino por ter adquirido caráter tecnicista, tornou-se mais prático e menos contextual. Desse modo, a educação incorporou na metodologia de ensino atividades experimentais, nos currículos de Ciências, que foram propagadas em países como Estados Unidos e Inglaterra, na década de 1960, por esses terem o intuito de formar cientistas para auxiliar na Guerra Fria (Galiazzi, 2004).

A disseminação dos laboratórios e da experimentação no ensino de ciências, no Brasil, ocorreu no século XIX, porém em passos lentos. Objetivando promover melhorias no ensino de Ciências, em meados do século XX, foram desenvolvidos programas e instituições, como o Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura (IBECC), o Programa de Expansão e Melhoria do Ensino de Ciência (PREMEN), a Fundação Brasileira para o Desenvolvimento do Ensino de Ciências (FUNBEC), entre outros (Silva *et al.*, 2010).

No Brasil, o ensino de Ciências recebeu influência de projetos, nas áreas de física, química e biologia, que foram traduzidos de outros países e foram incorporados à educação. Esses apresentavam o intuito de aprimorar o ensino e a aprendizagem dos conteúdos científicos por meio da experimentação, além de contribuir para a produção de materiais didáticos. Os projetos foram primordiais para implementar e reconhecer a importância de atividades experimentais nas escolas. No entanto, esses apresentavam a concepção que a realização de práticas experimentais deveria apenas confirmar a teoria estudada, promovendo assim, uma separação entre a teoria e a prática, isto é, um desmembramento na práxis pedagógica (Galiazzi *et al.*, 2001; Silva *et al.*, 2010).

Diversos autores (Pontone Junior, 1998; Silva e Zanon, 2000; Galiazzi *et al.*, 2001; Silva *et al.*, 2010; etc.) desaprovam o emprego da experimentação apenas como instrumento comprobatório da teoria e por esse motivo práticas experimentais nesse modelo recebem inúmeras críticas. Além disso, esse formato de ensino vai contra os objetivos presentes nos documentos orientadores, visto que o conteúdo e a prática não podem ser desvinculados (Barbosa; Pires, 2016).

Sendo assim, a experimentação utilizada por professores em sala de aula apenas com viés demonstrativo, caráter indutivo e para comprovar teorias contribuem de maneira irrisória para desenvolvimento de conceitos nas áreas de ciência (Guimarães, 2009; Hodson, 1994). Além disso, esse tipo de prática no processo de ensino e aprendizagem proporciona aos alunos a concepção que a ciência não pode sofrer alterações e modificações, por ser exata, correta e imutável, apresentando assim, conceitos estabelecidos e finalizados (Bazzo, Pereira e Linsingen, 2003; Prsybyciem, 2015).

Na mesma linha de compreensão, Suart e Marcondes (2008), afirmam que as práticas experimentais sem discussão e análise dos dados promove pouca influência cognitiva no ensino de ciências, pois a experimentação que seguem o formato receita de bolo, promovem apenas a memorização e repetição. Ambos afirmam que a experimentação no ensino de ciências, especificamente na área de química enfrentam inúmeras críticas, pois essas são vivenciadas de modo acrítico e aproblemática, tanto no ensino básico como no ensino superior.

Além disso, esse modelo de ensino coopera para uma educação tradicional tornando o aluno um agente passivo, que deve apenas seguir o roteiro proposto para a realizar a prática buscando se aproximar o máximo dos resultados esperados. Nesse processo, professor é o responsável por elaborar a prática, sendo assim, considerado o detentor do conhecimento e a ciência é vista como complexa, algorítmica e metódica.

De acordo com Moura e Silva (2014), existe uma interdependência entre experimentação e teoria no desenvolvimento da ciência, sendo assim, para que exista uma correlação entre o fazer e o pensar deve existir uma articulação entre o fenômeno e a teoria, proporcionando desse modo um papel primordial a experimentação no processo de ensino-aprendizagem (Silva *et al.*, 2010).

Segundo Oliveira (2010), as atividades experimentais são classificadas em cinco tipos, que são: demonstrativas, verificativas, investigativas, ilustrativas e descritivas.

1. Atividades experimentais demonstrativas: O professor é responsável por realizar os experimentos enquanto os alunos apenas observam. Todas as tarefas são executadas pelo professor que é visto como líder, limitando assim, a aprendizagem dos alunos, por não oportunizar espaço para esses discutirem e interagirem.

2. Atividades experimentais verificativas: As experimentações são utilizadas para confirmar leis ou teorias, propiciando aos alunos um ensino mais realista e significativa. O professor demonstra sem muita interação e os alunos apenas verificam.

3. Atividades experimentais investigativas: Distintamente das anteriores, essa atividade engloba a discussão de ideias, elaboração de hipóteses e testes. Permitindo assim, uma maior participação dos alunos no desenvolvimento de habilidades de resolução de problemas, reflexão e tomada de decisão.

4. Atividades experimentais ilustrativas: Os estudantes realizam atividades práticas, geralmente em grupo, essas são estimulados intelectualmente pelo professor a pensar sobre as situações do experimento.

5. Experimentos experimentais descritivas: Os estudantes realizam algumas etapas do experimento que em sua maioria são dirigidas pelo professor, permitindo assim, um contato

mais direto com os fenômenos que devem ser descritos e concluídos a partir da observação dos alunos.

Segundo Gonçalves e Marques (2011), uma maneira de sanar o caráter puramente ilustrativo e comprobatório da experimentação é utilizar a problematização em atividades experimentais investigativas, contribuindo assim, para a articulação entre a teoria, a prática e a reflexão. Uma vez que atividades experimentais investigativas e problematizadoras devem proporcionar aos educandos realizar observações, registros, levantar hipóteses, debater com os colegas e com o professor o experimento e suas etapas, contribuindo assim, para despertar o interesse em compreender de maneira pertinente os temas vivenciados em sala de aula (Giordan, 1999; Wilmo; Ferreira; Hartwig, 2008).

Nesse formato de ensino, o professor apresenta papel de orientador do coletivo e mediador dos conflitos gerados nas problematizações. Os alunos assumem um espírito colaborativo para em equipe promover a resolução das problemáticas (socialmente relevante) por meio da reflexão e contextualização (Giordan, 1999). Sendo assim, o professor tem função primordial na mediação dos conteúdos devendo sempre que necessário realizar intervenções durante o processo de ensinar-aprender com o intuito de promover o conhecimento, ampliar e ressignificar conceitos e concepções, bem como as potencialidades dos alunos por intermédio de discussões, questionamentos e debates (Silva; Zanon, 2000).

Convergindo com as concepções de Giordan, (1999) e Wilmo, Ferreira e Hartwing (2008), Oliveira e Soares (2010) inferem que a experimentação permite inúmeras contribuições para o processo de ensino-aprendizagem por motivar e despertar a atenção dos alunos, incentivar a tomada de decisões, estimular a criatividade, promover a cooperação devido o desenvolvimento de trabalhos em grupo, aprimorar a capacidade de observação e registro, analisar dados obtidos e propor hipóteses para os fenômenos, compreender conceitos científicos, atrelar o conhecimento científico com cotidiano compreender as relações entre ciência, tecnologia e sociedade, detectar e corrigir erros conceituais dos estudantes e aprimorar habilidades manipulativas.

Segundo Silva (2016), a experimentação associa-se ao ensino de química por essa ciência apresentar natureza experimental e também por possuir conteúdos com caráter abstrato que por intermédio da experimentação podem ser melhor compreendidos, permitindo assim, que os estudantes participem e atuem na sociedade com uma compreensão mais ampla e com maior capacidade de debater um determinado contexto. Em seu trabalho, Malheiro (2016), ressalta que quando as práticas experimentais propostas pelo professor em sala de aula e que são desenvolvidas pelos estudantes tem caráter investigativo com intuito de solucionar uma

problemática real ampliam-se as possibilidades de os estudantes participarem da atividade efetivamente e consequentemente atingirem o conhecimento científico almejado.

Nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) a inserção de atividades experimentais no Ensino de Química é impulsionada, uma vez que esses documentos recomendam a abordagem de temas socialmente relevantes, que atrelem a teoria a prática experimental, não sejam apenas motivacionais ou ilustrativas, mas que apresentem viabilidade para contextualização dos conhecimentos químicos (Brasil, 2006). A aplicação de práticas experimentais em sala de aula pode ser utilizada como base para propiciar diálogos que articulem os conteúdos da disciplina com a realidade vivenciada, explanando os três níveis do conhecimento químico, contribuindo para uma aprendizagem mais relevante (Andrade; Viana, 2017).

De acordo com Machado (2004) e Silva (2016), o conhecimento químico é categorizado em três níveis distintos de abordagem, que são: o fenomenológico, o teórico e o representacional. No nível fenomenológico (dimensão macroscópica) estão inseridos os fenômenos que podem ser refeitos em laboratório quanto as experiências e acontecimentos químicos presentes no contexto social, possibilitando que os educandos obtenham uma visão concreta e crítica acerca do conhecimento. Nesse nível, estão englobados os assuntos que apresentam possibilidade de serem visualizados concretamente, além da análise ou determinação das propriedades dos materiais e suas transformações.

No nível teórico (dimensão submicroscópica) tem-se a finalidade de explicar e prever fenômenos observados no nível fenomenológico. Esse nível associado a saberes de caráter atômico-molecular, atrelando explicações embasadas em modelos abstratos e que abrangem partículas não são observáveis diretamente, como átomos, moléculas, íons e elétrons. O nível representacional integra as ferramentas simbólicas utilizadas para retratar a vinculação entre a teoria e o fenômeno. Nesse nível estão inseridos os conteúdos químicos de caráter simbólico que abrange assuntos referente a linguagem química, incluindo as fórmulas e equações químicas. Com isso, percebe-se que a construção do conhecimento químico em sala de aula ocorre por meio da articulação entre esses três níveis.

Da mesma forma que a teoria e a prática devem estar articuladas, as três abordagens não devem ser desmembradas para explicação do conhecimento químico na educação formal. Por esse motivo, Machado (2004), crítica a escola, o livro e o professor que vivência os conteúdos no âmbito escolar de forma descontextualizada, abordando apenas os níveis teórico e representacional, cooperando para que os estudantes compreendam como “verdadeiros e reais” as fórmulas químicas, os modelos estáticos para o conceito de matéria e as equações químicas.

## 2.6. QUÍMICA DOS CARBOIDRATOS NO ENSINO DE QUÍMICA

A principal característica de um carboidrato é fornecer energia para nosso corpo através da nutrição. Muitas vezes a ingestão de carboidratos pode acarretar malefícios a nossa saúde caso sejam ingeridos em grande quantidade ou até mesmo se retirarmos ele de nossa dieta (Campos, 2019).

Os carboidratos podem ser quimicamente classificados como polióis ou açúcares. Esses compostos são constituídos por grupos hidroxilas, ligados a carbono do tipo  $sp^3$ , característicos de álcoois, e das funções aldeído e cetona. Os açúcares constituídos com a função aldeído são chamados de aldoses e com cetonas, são as cetoses. Assim, os mais simples têm três carbonos, com dois grupos hidroxilas e um grupo carbonila (Carvalho, 2007). Essas funções carbonilas sofrem reação do tipo de oxidação e redução, sendo facilmente identificadas na química orgânica, pois uma reação de oxidação representa ganho de oxigênio ou perda de hidrogênio e, vice-versa para a reação de redução.

Os carboidratos são as macromoléculas mais abundantes na natureza e participam de diversas atividades biológicas essenciais para a vida, estando presentes em diversos alimentos tanto naturais quanto industrializados. Apesar de sua grande importância, este é um tema que é raramente abordado e quando visto é de forma superficial nas salas de aula do ensino médio, sendo muitas vezes apenas tratado de forma conceitual, com pouca ou nenhuma contextualização do que se está sendo estudado. Vale ressaltar que os carboidratos são encontrados em quase qualquer situação da nossa vida cotidiana (Nelson; Cox, 2014).

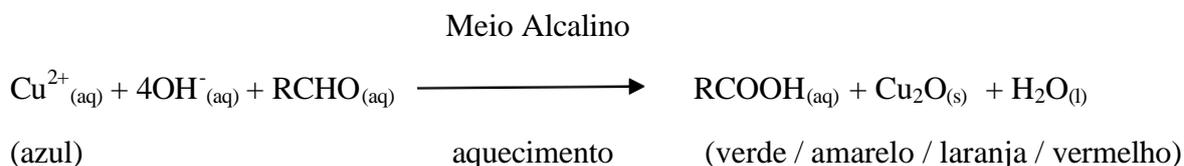
O conteúdo carboidratos geralmente aparece nos livros didáticos, relacionado ao tema alimentação. Nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (Brasil, 2002) que propõe sua organização curricular em temas estruturadores, o conteúdo de carboidratos vem associado ao tema: Química e biosfera, incluído na unidade temática: Os seres vivos como fonte de alimentos e outros produtos. Na Base Nacional Comum Curricular (Brasil, 2018) faz parte da unidade temática: Universo e evolução, já em relação aos Temas Contemporâneos Transversais (TCTs) o conteúdo de carboidratos adequa-se ao tema: Saúde: Educação Alimentar e Nutricional. O que significa que esse conteúdo têm a condição de explicitar a ligação entre os diferentes componentes curriculares de forma integrada, bem como de fazer sua conexão com situações vivenciadas pelos estudantes em suas realidades, contribuindo para trazer contexto e contemporaneidade aos objetos do conhecimento descritos na BNCC.

O tema carboidrato possibilita ao professor do ensino médio uma ampla discussão do assunto sobre as propriedades químicas dos açúcares. O tema permite a abordagem de uma realidade vista no cotidiano do aluno, que pode ser exemplificada em aulas práticas utilizando,

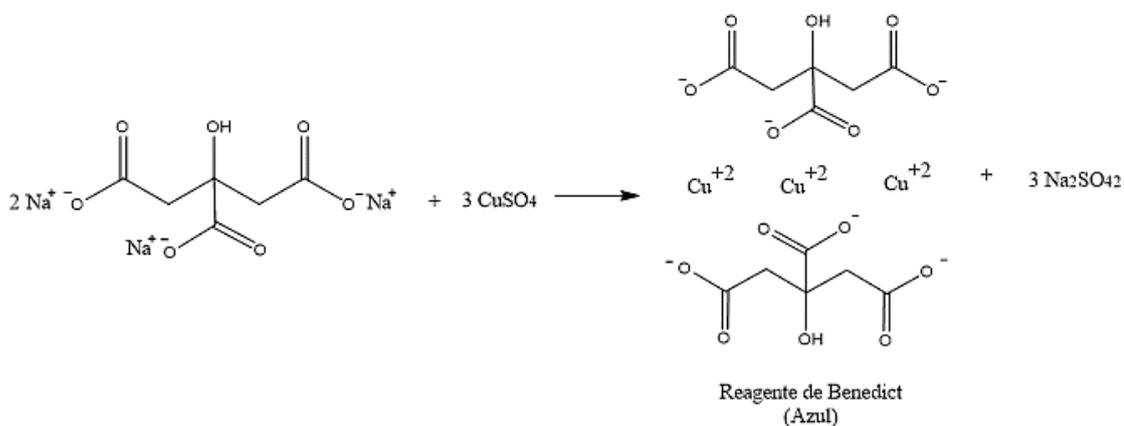
por exemplo, reações cromáticas como o uso dos reagentes de Benedict e Fehling (Tavares *et al.*, 2010). Esse tema vislumbra uma abordagem nos assuntos como: funções orgânicas, aldeídos e cetonas, reações de oxidação e redução e sobre os açúcares redutores na alimentação.

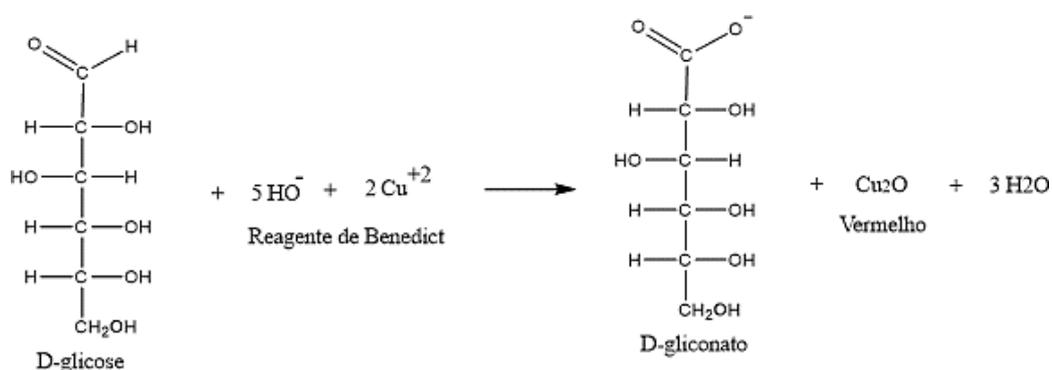
A oxidação ocorre com os açúcares redutores, existente em alguns alimentos como glicose, galactose, lactose, maltose. Para essa reação utiliza-se o reagente de Benedict, desenvolvido pelo químico norte-americano Stanley Rossiter Benedict que consiste em um teste químico utilizado para detectar a presença de açúcares redutores. Nessa reação utiliza-se uma solução de coloração azulada denominada de reagente de Benedict que é constituída por basicamente por sulfato cúprico ( $\text{CuSO}_4$ ) em meio alcalino, Equação 1. Esse reagente ao entrar em contato com agente redutor, como no caso dos açúcares redutores, origina óxido cuproso ( $\text{Cu}_2\text{O}$ ) e sua coloração azulada é alterada para amarelo ou verde determinando baixa quantidade de açúcares redutores, laranja quantidade moderada e vermelho ou castanho alta quantidade (Figura 1, conforme verifica-se na Equação 1 (Figueira; Rocha, 2012) (Oliveira *et al.*, 2006).

**Equação 1.** 1.a. Reação do açúcar redutor com o reagente de Benedict e 1.b. Mecanismo reacional.



**1.b. Mecanismo reacional.**





Fonte: Autoria própria, 2025. Adaptada de Barreiros e Barreiros, 2012. Desenhado pela autora com o programa ChemBioDraw Ultra 13.0.

**Figura 1.** Representação esquemática dos possíveis resultados no teste de Benedict.

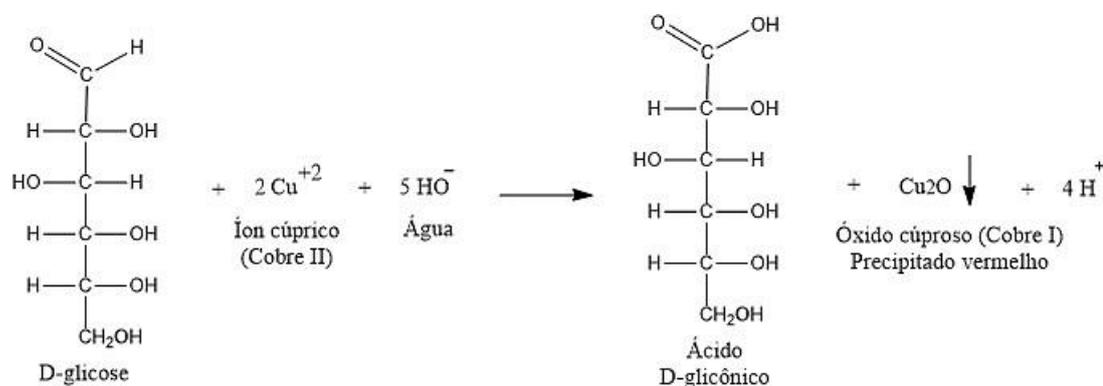


Fonte: Angelillo, 2022.

A reação de oxidação ocorre também para detecção da presença de monossacarídeos e ocorre com a utilização do reagente de Barfoed, desenvolvido pelo químico dinamarquês Christen Thomsen Barfoed. Nesse teste é utilizado uma solução de acetato cúprico e ácido acético diluído. Diferente do teste de Benedict que ocorre em meio alcalino esse ocorre em meio ácido, em torno do pH = 4,5. O princípio de reação desse reagente, consiste basicamente na redução dos íon  $\text{Cu}^{+2}$  presente no acetato de cobre (II), também denominado de acetato cúprico (II), que apresenta coloração azulada, à óxido de cobre (I), também denominado de óxido cúprico (I) ( $\text{Cu}_2\text{O}$ ), Equação 2, que origina um precipitado cor de tijolo, Figura 2.

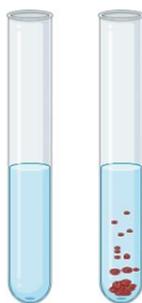
Essa reação deve ser que ocorrer sob aquecimento por banho água fervente, durante dois minutos. O controle do tempo é primordial devido a solução de Barfoed reagir também com os dissacarídeos em um período de tempo maior. Isso ocorre por motivo da reação ser mais lenta, pois os dissacarídeos necessitam primeiro serem hidrolisados para reagir (Anjos; Pinto, 2016).

**Equação 2.** Reação do teste de Barfoed com a glicose.



Fonte: Autoria própria, 2025. Adaptado de Coelho, 2020. Desenhado pela autora com o programa ChemBioDraw Ultra 13.0.

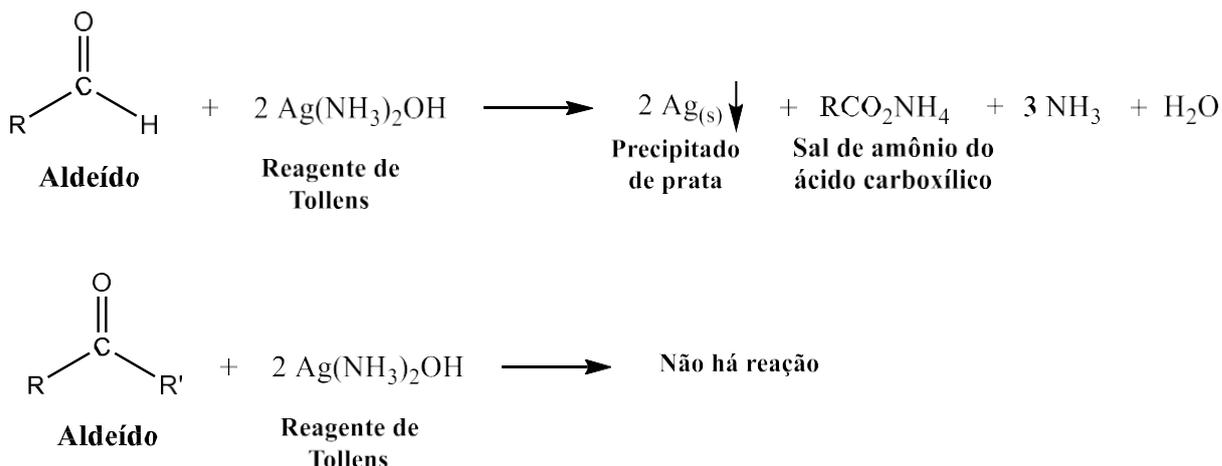
**Figura 2.** Reação de carboidratos com reagente de Barfoed. Teste negativo para monossacarídeos (esquerda) e um teste positivo para monossacarídeos (direita).



Fonte: Autoria própria, 2025. Desenvolvido com BioRender.com.

A detecção de aldeídos também ocorre por intermédio de uma reação de oxidação, porém o reagente utilizado é o de Tollens, desenvolvido pelo químico alemão Bernhard Christian Gottfried Tollens (1841-1918) que trabalhava com açúcares. Esse teste consiste em uma solução contendo íon prata ( $\text{Ag}^+$ ) que oxidam os aldeídos e originam sal do ácido carboxílico e o metal prata precipitado ( $\text{Ag}$ ), Equação 3. Essa redução do íon prata para prata metálica permite que essa seja aderida as paredes do tubo de ensaio formando um filme fino de prata (Figura 3). Esse filme não é formado para as cetonas por não ocorrer a reação (Marques, 2007) (Barreiros; Barreiros, 2012).

**Equação 3.** Reações envolvidas na oxidação utilizando o reagente de Tollens.



Fonte: Autoria própria, 2025. Adaptado de Barreiros e Barreiros, 2012.

**Figura 3.** Reação de carboidratos com o teste de Tollens. Teste negativo para aldeídos (esquerda) e teste positivo para aldeídos (direita) comprovado pela formação do espelho de prata.



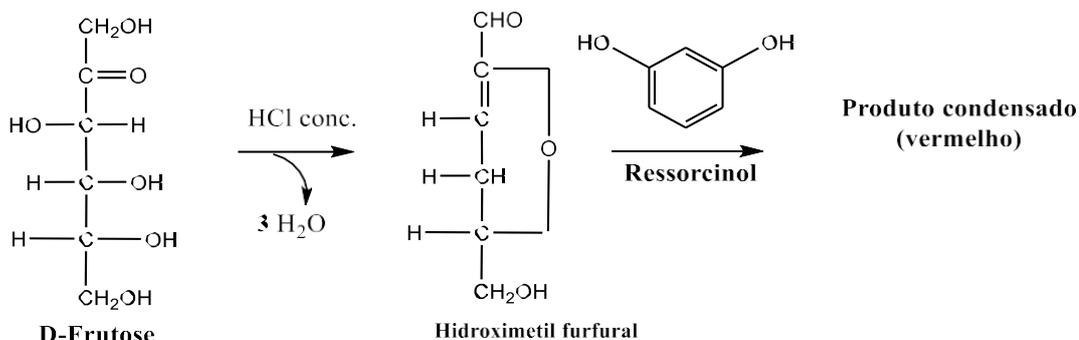
Fonte: Autoria própria, 2025. Desenvolvido com Gemini 1.5 Flash.

Enquanto as aldoses são identificadas por oxidação, as cetoses são detectadas por desidratação por intermédio do teste de Seliwanoff que foi desenvolvido pelo químico russo Theodor Seliwanoff nos anos de 1880. O reagente de Seliwanoff em uma solução composta por 0,5% de resorcinol ( $\text{C}_6\text{H}_6\text{O}_2$ ), composto que fornece o fenol, com uma solução de ácido clorídrico (HCl) 1:1 em água. Por ser um agente menos desidratante que o  $\text{H}_2\text{SO}_4$  concentrado permite que as cetoses desidratem mais rapidamente que as aldoses por já estarem na forma furanosídica adequada para formar o 5-(hidroximetil)-furfural, Equação 4.

A adição do resorcinol permite a formação de uma coloração avermelhada, identificando a presença de cetonas, Figura 4. Esse mecanismo reacional se assemelha a reação de Molish. As aldoses também reagem com esse reagente, mas a reação é mais lenta e resultando em coloração rosa pálido, por esse motivo é crucial respeitar o tempo de aquecimento para não obter reações indesejadas (Barreiros e Barreiros, 2012).

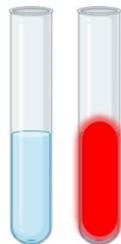
O teste de Seliwanoff é comumente empregado para identificar respectivamente a presença de frutoses e pentoses na urina de indivíduos com de anomalias metabólicas como frutósúria essencial e pentosúria essencial.

**Equação 4.** Reação do reagente de Seliwanoff com frutose.



Fonte: Autoria própria, 2025. Adaptado de Barreiros; Barreiros, 2012. Desenhado pela autora com o programa ChemBioDraw Ultra 13.0.

**Figura 4.** Reação de carboidratos com o teste de Seliwanoff. Teste negativo para cetonas (esquerda) e teste positivo para cetonas (direita) comprovado pelo surgimento da coloração avermelhada.



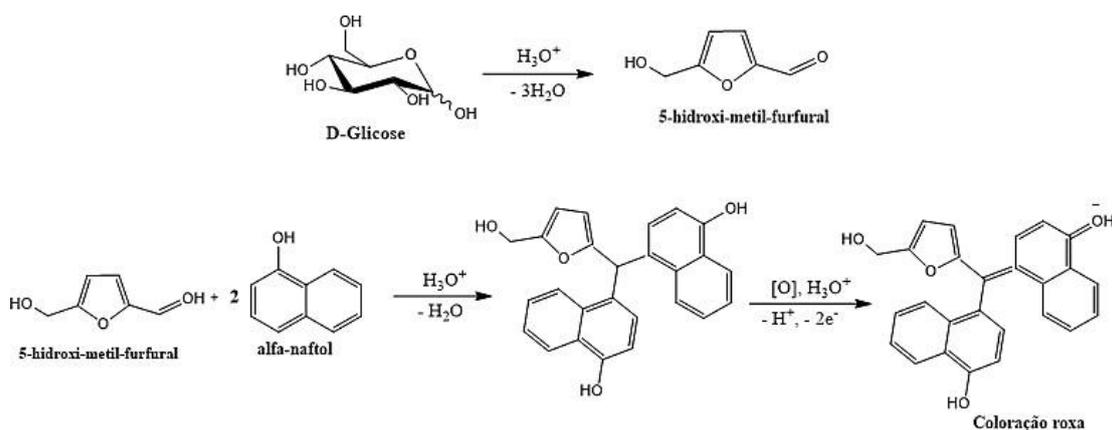
Fonte: Autoria própria, 2025. Desenvolvido com BioRender.com.

A detecção de carboidratos em geral também ocorre por desidratação de modo semelhante a reação que ocorre na identificação das cetonas pelo reagente de Seliwanoff, no entanto, utiliza-se o teste de Molish que foi desenvolvido pelo botânico austríaco Hans Molish. Esse reagente é composto por uma solução de  $\alpha$ -naftol dissolvido em etanol nas amostras a serem testadas e em seguida adiciona-se ácido sulfúrico concentrado. Esse teste consiste basicamente na desidratação do carboidrato que origina um aldeído que sofre condensação com duas moléculas de fenol proveniente do resorcinol, originando como produto o furfural caso o monossacarídeo seja uma pentose e o 5-hidroximetilfurfural (HMF), caso seja uma hexose, conforme verifica-se na Equação 5. A formação do produto, isto é, a detecção dos carboidratos é confirmada com o surgimento de um anel que apresenta pigmentação lilás (Figura 5).

Os monossacarídeos apresenta uma reação mais rápida e os demais carboidratos mais lenta devido as ligações glicosídicas que primeiramente são hidrolisadas no meio ácido para

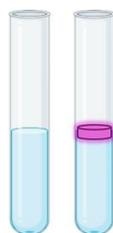
originar os monossacarídeos que desidratam e produzem resultados negativos para o teste, no entanto, o teste é negativo para as tetroses e trioses, pois pela desidratação elas não originam o furfural (Barreiros; Barreiros, 2012).

**Equação 5.** Reação do 5-hidroxi-metil-furfural, proveniente da glicose, com alfa-naftol e saída de água, seguido da adição de ácido sulfúrico concentrado e formação da coloração lilás.



Fonte: Autoria própria, 2025. Adaptado de Barreiro e Barreiro, 2012. Desenhado pela autora com o programa ChemBioDraw Ultra 13.0.

**Figura 5.** Reação de carboidratos com o teste de Molish. Teste negativo para carboidratos em geral (esquerda) e teste positivo (direita) comprovado pela formação do anel lilás.

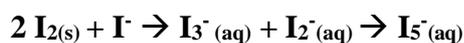


Fonte: Fonte: Autoria própria, 2025. Desenvolvido com BioRender.com.

A detecção de presença do polissacarídeo amido nos alimentos ou quantificar amilose devido a uma reação de polimerização promovida pelo reagente ou teste de Lugol, desenvolvido pelo pesquisador francês J. G. A. Lugol.

Esse reagente constituído por uma solução de iodo com iodeto de potássio que amplia a solubilidade do iodo devido a formação do ânion triatômico ( $\text{I}_3^-$ ). A polimerização do iodo pode formar o  $\text{I}_5^-$ , conforme verifica-se na Equação 6 (Carey, 2000; Morita; Assumpção, 2007).

**Equação 6.** Formação dos ânions  $\text{I}_3^-$  e  $\text{I}_5^-$  a partir da reação de polimerização do iodo com iodeto.



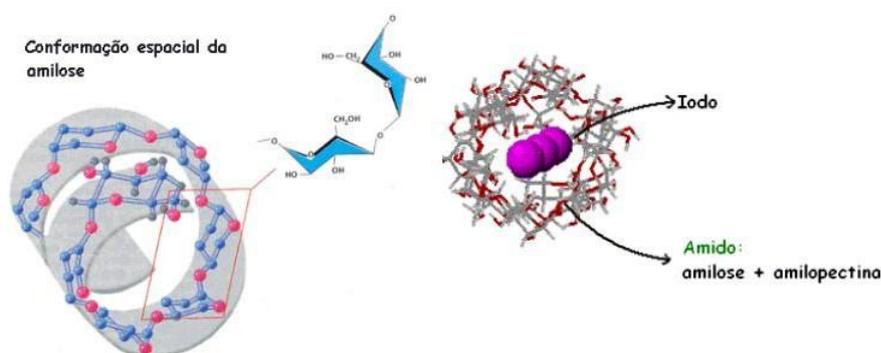
Esse teste consiste basicamente na identificação de amido pelo reagente lugol, pois esse ao entrar em contanto com a amilose, composto presente no amido que apresenta estrutura helicoidal, origina uma coloração azul-escura, Figura 6. Esse surgimento de cor resulta da formação do complexo pentaiodeto ( $I_5^-$ ) dispostos linearmente na concavidade helicoidal da amilose, Figura 7, enquanto na amilopectina, composto também presente no amido, a coloração é castanho avermelhada devido as ramificações existentes na cadeia que não possibilita a estrutura cadeias lineares helicoidais e conseqüentemente não conseguem aprisionar o iodo (Anjos; Pinto, 2016).

**Figura 6.** Reação de carboidratos com o teste de Lugol. Teste negativo para amido (esquerda) e teste positivo para amido (direita) comprovado pelo surgimento da azul escuro.



Fonte: Autoria própria, 2025. Desenvolvido com Gemini 1.5 Flash.

**Figura 7.** Representação da estrutura espacial da amilose e formação do complexo iodo-amido na concavidade helicoidal da amilose.



Fonte: Souza; Neves, 2011.

### 3. METODOLOGIA

#### 3.1. CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

Esse trabalho visou avaliar as contribuições para o processo de ensino-aprendizagem decorrentes da aplicação dessa SEA, utilizando a metodologia de experimentação investigativa. Esse estudo foi estruturado no método qualitativo que de acordo com Mol (2007), entende a ciência como um campo do saber construído a partir das interações sociais que a circundam. Entre as características dessa abordagem destacam-se a ênfase no contexto sociocultural, a coleta de dados descritivos, a priorização do processo em detrimento do produto final e a predominância de uma análise indutiva na interpretação dos dados (Lüdke; André, 1986).

A abordagem metodológica empregada nesse estudo foi de modalidade de natureza interventiva com foco na pesquisa de desenvolvimento e aplicação. Na pesquisa de aplicação os estudos são baseados em projetos cujas diretrizes são estabelecidas pelos próprios pesquisadores. Abrangem o planejamento, a implementação e a análise de dados sobre os processos realizados, com o objetivo de identificar limites e potencialidades das intervenções avaliadas.

Fundamentadas em teorias ou referenciais específicos, essas investigações buscam promover a produção de conhecimentos e práticas, sem necessariamente transformar uma realidade, mas dar contribuições para a geração de conhecimentos e práticas (Franco, 2005; Ghedin; Franco, 2008).

Enquanto, a pesquisa de desenvolvimento se caracteriza pelo desenvolvimento e testagem de novos processos ou produtos. Esse tipo de investigação origina a partir da detecção de um problema geralmente de natureza prática, cuja solução demanda ações imediatas. O pesquisador, então, concentra-se no desenvolvimento de um produto ou processo que possibilite resolver a questão identificada (Megid Neto, 2014).

Nessa perspectiva, o trabalho visa utilizar a temática alimentos com intuito de contextualizar o estudo em questão para facilitar aprendizagem e identificar os conhecimentos prévios dos alunos sobre a temática desenvolvida.

Para os alunos comprovarem que os carboidratos estão presentes no seu cotidiano será realizado experimento investigativo, em aulas práticas no laboratório de química, como teste Molisch para reconhecimento de carboidratos e o de lugol para identificação de amido, para evidenciar a diferença de monossacarídeo e dissacarídeo, será realizado o teste de Barfoed, e o

teste com reagente de Benedict para observar os açúcares redutores, por fim o teste de Seliwanoff será realizado para distinguir aldoses de cetoses.

### 3.2. CONTEXTO DA PESQUISA

A pesquisa foi desenvolvida na Escola de Referência em Ensino Médio José Pereira Burgos em uma turma do terceiro ano do Ensino Médio, na disciplina de eletiva denominada Os combustíveis da vida, em uma escola de referência localizada na cidade Custódia, na região do Sertão do Moxotó-Ipanema, Pernambuco.

### 3.3. PARTICIPANTES DA PESQUISA

Esta pesquisa foi desenvolvida com dezoito alunos, sendo nove do sexo feminino e nove do sexo masculino, em turma de estudantes do 3º ano do Ensino Médio, em uma faixa etária entre 15 e 18 anos.

### 3.4. INSTRUMENTOS DA PESQUISA

Segundo Gerhardt e Silveira, (2009), na pesquisa qualitativa, diferentes instrumentos podem ser empregados para a coleta de informações, como entrevistas, observação dos participantes, formulários, questionários, gravações em vídeo e análise de materiais ou documentos. Ao longo desta pesquisa, optou-se pela coleta de dados realizada através de tempestade de palavras, mapas conceituais, mapas mentais, questionários, Quiz, exercícios e questionamentos das aulas experimentais.

Para coletar os dados do primeiro momento desse trabalho, denominada de Problematização inicial, foi utilizado como ferramenta para coleta de dados o arquivo obtido da tempestade de palavras que foi desenvolvido na plataforma Mentimeter (Apêndice A), os mapas conceituais sobre alimentos (Apêndice C) e questionários que continha perguntas discursivas e foi intitulado Pré-questionário (Apêndice D). Esse foi elaborado com o propósito de verificar as concepções prévias dos estudantes. e auxiliar nos possíveis ajustes do planejamento e desenvolvimento da pesquisa.

No segundo momento, Organização do conhecimento, foi utilizado um exercício (Apêndice G) denominado de “Exercício sobre identificação de funções bioquímicas e grupos funcionais”, com o intuito de avaliar o nível de conhecimento dos alunos sobre funções orgânicas, nesse momento foi disponibilizado uma atividade para os estudantes que continha algumas moléculas impressas para que eles pudessem identificar os grupos funcionais existentes e associá-los a biomolécula pertencente.

Também foi utilizado um Quiz sobre carboidratos (Apêndice H) que visava questionar e avaliar os estudantes sobre a definição, as funções orgânicas, a composição e a classificação dos carboidratos, os mapas mentais sobre definição, funções orgânicas, composição e classificação dos carboidratos (Apêndice I) desenvolvidos no decorrer da segunda etapa da SEA.

Para o terceiro e último momento, Aplicação do conhecimento, foi empregado como ferramenta de coleta de dados os questionamentos existentes no tópico três dos seis roteiros utilizados na aulas práticas de experimentação investigativa (Apêndice K), a apresentação de seminários sobre os experimentos realizados (Apêndice L), os mapas conceituais finais que tinha o objetivo de verificar o avanço dos estudantes na organização do conhecimento sobre alimentos (Apêndice B) e Pós-questionário (Apêndice D) que apresentava as mesmas questões discursivas do pré-questionário, esse questionário tinha o intuito de analisar o avanço cognitivo dos estudantes sobre carboidratos ao longo da eletiva e avaliar a SEA de forma integral, analisando os benefícios das atividades sugeridas para o entendimento dos conceitos trabalhados nas aulas. As informações coletadas ao longo da aplicação da sequência foram utilizadas para a discussão e avaliação dos resultados da pesquisa.

### 3.5. ORGANIZAÇÃO DAS ETAPAS METODOLÓGICAS

As etapas metodológicas propostas foram desenvolvidas de acordo com Três Momentos Pedagógicos propostos por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011), que são: Problematização Inicial (PI), Organização do Conhecimento (OC) e Aplicação do Conhecimento (AC).

#### 3.5.1. Momento 1: Problematização Inicial

##### **Diálogos com as concepções prévias dos estudantes**

###### **Etapa 1. Leitura de imagem**

Segundo Rocha (2017), os conhecimentos prévios dos alunos devem ser considerados em um ensino por investigação. Por esse motivo, inicialmente nesta pesquisa tem se o intuito de analisar os conhecimentos prévios alunos sobre alimentação.

Para a problematização inicial, primeiramente, foi disponibilizado aos estudantes um “*Coffee break*” com diferentes guloseimas, Figura 8.

**Figura 8.** Coffee break com alimentos e guloseimas disponibilizados para os estudantes.



Fonte: Autoria própria, 2025.

Paralelamente a análise visual da mesa posta, os alunos participaram da elaboração de uma tempestade de palavra. Nesse momento, eles tiveram que definir o que era alimento baseado nas suas concepções com uma única palavra, para auxiliar nessa atividade eles dispuseram de uma imagem projetada no quadro que apresentava uma mesa posta, Figura 1. Essa atividade foi desenvolvida na plataforma *Mentimeter* e os alunos tiveram que utilizar do seus smartphones para realizar essa atividade.

## **Etapa 2. Elaboração de mapas conceituais**

Nesta etapa, os alunos tiveram que construir um mapa conceitual com seus conhecimentos prévios sobre a composição bioquímica dos alimentos. Para o desenvolvimento dessa atividade foi ministrada uma aula que apresentava a diferença existente entre um mapa mental e um mapa conceitual e foi disponibilizado uma nuvem de palavra sobre a temática, Figura 9.

**Figura 9.** Nuvem de palavras sobre biomoléculas que são os principais constituintes dos alimentos.



Fonte: Autoria própria, 2025.

### Etapa 3. Levantamento detalhado das concepções prévias dos estudantes.

Nesta etapa, foi solicitado que eles respondessem a um questionário individual, com questões problematizadoras, no formato impresso, composto por quinze questões abertas que versam sobre a temática em estudo, no Quadro 1.

**Quadro 1.** Questões problematizadora para levantamento das concepções prévias dos estudantes.

<b>QUESTÕES</b>	Como você descreveria sua compreensão atual em relação aos alimentos e sua importância para a saúde e bem-estar?
	2. Liste três exemplos de alimentos que você considera saudáveis e explique as razões por trás de suas escolhas.
	3. Quais critérios você utiliza para avaliar se um alimento é saudável ou não?
	4. Além de saciar a fome, quais outras razões você acredita que levam as pessoas a se alimentarem?
	5. Em sua opinião, o que caracteriza uma alimentação saudável? Você considera que sua própria alimentação se enquadra nesse padrão?
	6. Analisando o café da manhã típico, composto por pão, manteiga, frutas, café e leite, quais substâncias químicas você acredita que compõem cada um desses alimentos?
	7. Quais tipos de biomoléculas (macromoléculas) você acredita que estão presentes nos alimentos que consumimos?
	8. Por que você acha que os alimentos são frequentemente comparados a combustíveis essenciais para a vida humana? Como essa analogia pode nos ajudar a entender a importância da nutrição?
	9. Explique sua compreensão sobre o termo “carboidratos”. O que você sabe sobre a função dos carboidratos em nossa dieta?
	10. Qual é a constituição química básica dos carboidratos?
	11. Identifique os grupos funcionais que estão presentes nas moléculas de carboidratos.
	12. Dê exemplos de três alimentos que contêm carboidratos.
	13. Qual é a importância dos carboidratos para o funcionamento saudável do organismo?
	14. Como os carboidratos fornecem energia e suportam diversas funções biológicas?

	15. Quais problemas o consumo excessivo de carboidratos pode ocasionar ao ser humano?
--	---

Fonte: Autoria própria, 2025.

### 3.5.2. Momento 2: Organização do Conhecimento

#### 3.5.2.1. Etapa 1. Aula expositiva dialogada e análise de rótulos de alimentos

Neste momento será ministrada uma aula expositiva-dialogada sobre síntese e degradação dos alimentos, reações químicas primordiais e energia, articulando com vídeos curtos e questionamentos. Utilizou-se para esses momentos algumas estratégias didáticas para promover a motivação, o interesse dos estudantes permitindo que esses sejam indagadores e ativos na construção do conhecimento.

Em seguida, os alunos terão como atividade proposta analisar a tabela nutricional do rótulo do chocolate que eles consumiram e responder a alguns questionamentos que se encontram descritos no Quadro 1.

#### 3.5.2.2. Etapa 2. Aula expositiva dialogada sobre carboidratos

Nesta etapa da organização do conhecimento será ministrada uma aula expositiva sobre a definição de carboidratos, como são produzidos, a sua função nos organismos vivos, a composição química, as funções orgânicas presentes, os tipos e as classificações.

#### 3.5.2.3. Etapa 3. Resolução de exercícios

Os estudantes terão que resolver alguns exercícios de Química Orgânica, Figura 10, com o objetivo de identificar as funções bioquímicas e grupos funcionais presente nas fórmulas estruturais de alguns compostos presentes nos rótulos de alimentos e no organismo humano, utilizando trabalhos como de Pazinato e Braibante (2013), Braibante *et al.*, (2014) e Silva *et al.*, (2017). Essa atividade sobre identificação de funções bioquímicas e grupos funcionais visa verificar a aprendizagem processual dos estudantes. A atividade tinha como finalidade que o discente analisasse cada estrutura e utilizando seus conhecimentos prévios sobre funções orgânicas e determinasse a biomolécula (macro nutriente) a partir dos grupos funcionais presentes na molécula.

**Figura 10.** Atividade sobre identificação de grupos funcionais em moléculas bioquímicas.

The worksheet is divided into six columns, each containing a chemical structure and a table for identifying its biochemical function and functional groups.

- a) Oxitocina:** A cyclic peptide structure. Table: Função bioquímica: \_\_\_\_\_; Grupos funcionais: \_\_\_\_\_.
- b) Insulina:** A complex protein structure. Table: Função bioquímica: \_\_\_\_\_; Grupos funcionais: \_\_\_\_\_.
- c) Albulosina:** A branched polysaccharide structure. Table: Função bioquímica: \_\_\_\_\_; Grupos funcionais: \_\_\_\_\_.
- d) Amido:** A branched polysaccharide structure. Table: Função bioquímica: \_\_\_\_\_; Grupos funcionais: \_\_\_\_\_.
- e) Oxitocina (repeated):** Same structure as in (a). Table: Função bioquímica: \_\_\_\_\_; Grupos funcionais: \_\_\_\_\_.
- f) Oxitocina (repeated):** Same structure as in (a). Table: Função bioquímica: \_\_\_\_\_; Grupos funcionais: \_\_\_\_\_.

Other structures shown include: 4) Oxitocina (linear peptide), 5) Oxitocina (linear peptide), 6) Oxitocina (linear peptide), 7) Oxitocina (linear peptide), 8) Oxitocina (linear peptide), 9) Oxitocina (linear peptide), 10) Oxitocina (linear peptide), 11) Oxitocina (linear peptide), 12) Oxitocina (linear peptide), 13) Oxitocina (linear peptide), 14) Oxitocina (linear peptide), 15) Oxitocina (linear peptide), 16) Oxitocina (linear peptide), 17) Oxitocina (linear peptide), 18) Oxitocina (linear peptide), 19) Oxitocina (linear peptide), 20) Oxitocina (linear peptide), 21) Oxitocina (linear peptide), 22) Oxitocina (linear peptide), 23) Oxitocina (linear peptide), 24) Oxitocina (linear peptide), 25) Oxitocina (linear peptide), 26) Oxitocina (linear peptide), 27) Oxitocina (linear peptide), 28) Oxitocina (linear peptide), 29) Oxitocina (linear peptide), 30) Oxitocina (linear peptide).

Fonte: Autoria própria, 2025.

### 3.5.2.4. Etapa 4. Jogo didático e TICs

Nesta etapa os alunos participaram de um jogo desenvolvido pela professora na plataforma Kahoot® que versava sobre definição, função, composição e classificação dos carboidratos. Para participarem do jogo os alunos tiveram acesso por meio do Qr Code disponibilizado para utilização em seus smartphones ou pelo código PIN disponibilizado para o acesso nos computadores do laboratório de informática. Para auxiliar no desenvolvimento do jogo foi utilizado as Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TICs). Essa ferramenta bastante presente no dia a dia da sociedade atual colabora para a construção da aprendizagem dos alunos (Bitante *et al.*, 2016).

### 3.5.2.5. Etapa 5. Construção de mapas mentais

Nesta etapa os alunos construíram o segundo mapa conceitual, para isso tiveram que empregar e organizar os conhecimentos adquiridos em um mapa mental. Para o desenvolvimento dessa atividade, foi disponibilizado para os alunos uma nuvem de palavra e imagens carboidratos, Figura 11.



**Figura 12.** Reagentes e alimentos utilizados na experimentação.



Fonte: Autoria própria, 2025.

Cada grupo ficou responsável por realizar um tipo de teste experimental e investigar qual o tipo ou qual a função estavam presentes nos carboidratos contidos nos alimentos analisados. Os seis testes, bem como a função identificada encontra-se descrita no quadro 2.

**Quadro 2.** Testes de carboidratos realizados na aula experimental.

Teste	Função identificada	Alimentos analisados
Benedict	Açúcares redutores	Amido solúvel Água de coco Pão diluído em água
Barfoed	Monossacarídeos	Glicose isolada Açúcar comum Caldo de cana
Molish	Carboidratos em geral	Farinha de trigo diluída Lactose isolada Frutose isolada
Tollens	Aldoses	Refrigerante (Sprite) Suco de uva

		Adoçante
Seliwanoff	Cetoses	Suco de maçã Água destilada** Banana verde* Banana madura* Açúcar comercial* Fécula de mandioca* Flocos de aveia* Leite* Maçã* Arroz cozido* Biscoito maisena* Flocos de milho* Batata*
Lugol	Polissacarídeo amido	

\*Alimentos submetidos apenas ao teste de Benedict.

\*\*Utilizada para diluir os sólidos para os testes, com exceção do teste de Benedict.

Fonte: A autoria própria, 2025.

- **Questionamento, preparo, procedimento experimental dos experimentos.**

## **EXPERIMENTO 1. TESTE DE BENEDICT**

- Questionamento:

Regente de Benedict, para quê usá-lo? Açúcares redutores

Objetivo: Identificar a presença de açúcares redutores, nos quais se incluem glicose, galactose, lactose, maltose e manose, usando-se o reagente de Benedict, que consiste basicamente, de uma solução de sulfato cúprico em meio alcalino.

- Produção do reagente de Benedict:

Para o preparo do reagente de Benedict, Figura 13, foi realizado o procedimento descrito no quadro 3:

**Quadro 3.** Materiais, reagentes e preparo do reagente de Benedict.

<b>Materiais e reagentes</b>	<b>Preparo do reagente de Benedict</b>
Meio copo americano de água quente, aproximadamente 100 ml;	A preparação do reagente de Benedict é realizada pela solubilização completa de 4 colheres de chá de sal de fruta Eno em meio copo americano de água quente.
4 colheres de chá de sal de frutas Eno (5 g contêm: 2,3 g de bicarbonato de sódio; 2,2 g de ácido cítrico, 0,5g de carbonato de sódio).	Transferir a solução (reagente de Benedict) em um recipiente âmbar.
1,70 g de sulfato de cobre;	A essa solução adiciona-se uma solução de $\text{CuSO}_4$ preparada com 5 mL de água.
Pipeta de 10 mL.	A solução resultante deve ser bem homogeneizada.
5 mL de água quente;	
Conta-gotas;	
Balança	

Fonte: Aatoria própria (2025).

**Figura 13.** Preparo do reagente de Benedict pelos alunos.

Fonte: Aatoria própria, 2025.

#### ➤ Procedimento experimental de utilização

O procedimento experimental realizado no teste das amostras com o reagente de Benedict ocorreu conforme o método descrito no quadro 4:

**Quadro 4.** Materiais, reagentes e procedimento experimental para o reagente de Benedict.

<b>Materiais e vidrarias</b>	<b>Reagentes</b>	<b>Método</b>
13 tubos de ensaio;	Reagente de Benedict;	1 – Enumere os tubos de ensaio de 1 a 13;
Estante para tubos;	Alimentos descritos no Quadro 1.	2 – Em seguida adicione 1 ml de solução de amostra (solução de urina ou carboidrato).
Conta gotas;		3 – Adicionar 2 ml de reagentes de Benedict sobre a amostra.
Chapa aquecedora;		4 – Colocar o tubo de ensaio sobre um banho de água fervente e aquecer por 3-5 minutos ou aquecer diretamente sobre uma chama.
Béquer com água aquecido (banho Maria);		5 – Observar a mudança de cor.

Fonte: Autoria própria, 2025.

## **EXPERIMENTO 2. TESTE DE BARFOED**

➤ **Questionamento:**

Como detectar a presença de monossacarídeos em alimentos? Teste de Barfoed.

Objetivo: Distinguir um monossacarídeo de um dissacarídeo.

➤ **Procedimento experimental:**

O procedimento experimental realizado no teste das amostras com o reagente de Barfoed ocorreu conforme o método descrito no quadro 5:

**Quadro 5.** Materiais, reagentes e procedimento experimental para o reagente de Barfoed.

<b>Materiais e vidrarias</b>	<b>Reagentes</b>	<b>Método</b>
13 tubos de ensaio	Reagente de Barfoed;	1 – Numere os 13 tubos de ensaio;

Estante para tubos	Alimentos descritos no Quadro 1.	2 – Adicione em cada tubo de ensaio 1 ml da amostra e 2 ml de reagente de Barfoed;
Conta gotas		3 – Coloque os tubos contendo as amostras e o reagente de Barfoed em banho Maria de 5 a 10 minutos;
Chapa aquecedora		4 – Observe e anote o que ocorreu em cada amostra.
Béquer com água aquecido (banho Maria)		

Fonte: Autoria própria, 2025.

### EXPERIMENTO 3. TESTE DE MOLISH

➤ Questionamento:

O que faço experimentalmente para identificar carboidratos em amostras de alimentos? Teste de Molisch.

Objetivo: Identificar a presença de carboidratos em uma solução de alimentos. O teste baseia-se na desidratação do carboidrato pelo ácido sulfúrico concentrado, formando furfural no caso das pentoses, ou 5-(hidroximetil)-furfural para as hexoses.

➤ Procedimento experimental

O procedimento experimental realizado no teste das amostras com o reagente de Molisch ocorreu conforme o método descrito no quadro 6:

**Quadro 6.** Materiais, reagentes e procedimento experimental para o reagente de Molisch.

<b>Materiais e vidrarias</b>	<b>Reagentes</b>	<b>Método</b>
13 tubos de ensaio;	Reagente de Molish;	1 – Numere os 13 tubos de ensaio;
Estante para tubos;	Alimentos descritos no Quadro 1.	2 – Adicione em cada tubo de ensaio 2 ml da amostra e 2 ml de reagente de Molisch;

Conta gotas;		3 – Adicione em cada tubo de ensaio 1 ml de ácido sulfúrico;
Chapa aquecedora;		4 – Observe e anote o que ocorreu em cada amostra.
Béquer com água aquecido (banho Maria);		

Fonte: Autoria própria, 2025.

#### EXPERIMENTO 4. TESTE DE TOLLENS

➤ Questionamento:

É possível distinguir um aldeído de uma cetona? Teste de Tollens.

Objetivo: Diferenciar aldeídos de cetonas através do uso de solução amoniacal de nitrato de prata.

➤ Procedimento experimental

O procedimento experimental realizado no teste das amostras com o reagente de Tollens ocorreu conforme o método descrito no quadro 7:

**Quadro 7.** Materiais, reagentes e procedimento experimental para o reagente de Tollens.

<b>Materiais e vidrarias</b>	<b>Reagentes</b>	<b>Método</b>
13 tubos de ensaio;	Reagente de Tollens	1 – Numere os 13 tubos de ensaio;
Estante para tubos;	Alimentos descritos no Quadro 1.	2 – Adicione em cada tubo de ensaio 2 ml da amostra e 2 ml de reagente de Tollens;
Conta gotas;		3 – Coloque os tubos contendo as amostras e o reagente de Tollens em banho Maria de 5 a 10 minutos;
Chapa aquecedora;		4 – Observe e anote o que ocorreu em cada amostra.
Béquer com água aquecido (banho Maria);		

Fonte: Autoria própria, 2025.

## EXPERIMENTO 5. TESTE DE SELIWANOFF

➤ Questionamento:

Como reconheço frutoses e pentoses na urina de indivíduos com de anomalias metabólicas como frutossúria essencial e pentosúria essencial? Teste de Seliwanoff.

Objetivo: Distinguir uma aldose de uma cetose.

➤ Procedimento experimental

O procedimento experimental realizado no teste das amostras com o reagente de Seliwanoff ocorreu conforme o método descrito no quadro 8:

**Quadro 8.** Materiais, reagentes e procedimento experimental para o reagente de Seliwanoff.

<b>Materiais e vidrarias</b>	<b>Reagentes</b>	<b>Método</b>
13 tubos de ensaio;	Reagente de Seliwanoff;	1 – Numere os 13 tubos de ensaio;
Estante para tubos;	Alimentos descritos no Quadro 1.	2 – Adicione em cada tubo de ensaio 2 ml da amostra e 2 ml de reagente de Seliwanoff;
Conta gotas;		3 – Coloque os tubos contendo as amostras e o reagente de Seliwanoff em banho Maria de 5 minutos;
Chapa aquecedora;		4 – Observe e anote o que ocorreu em cada amostra.
Béquer com água aquecido (banho Maria);		

Fonte: Autoria própria, 2025.

## EXPERIMENTO 6. TESTE DE LUGOL

➤ Questionamento:

Onde está o amido? Teste de lugol

Objetivo: Identificar a presença de polissacarídeo como amido, que cora de azul intenso, com o teste de Iodo.

➤ **Procedimento experimental**

O procedimento experimental realizado no teste das amostras com o reagente de Lugol ocorreu conforme o método descrito no quadro 9:

**Quadro 9.** Materiais, reagentes e procedimento experimental para o reagente de Lugol.

<b>Materiais e vidrarias</b>	<b>Reagentes</b>	<b>Método</b>
14 – copinhos descartáveis	Reagente de Lugol;	1 – Introduza uma pequena quantidade de cada alimento em um copinho descartável;
1 – conta gotas;	Alimentos descritos no Quadro 1.	2 – Com auxílio de um conta gotas aplique algumas gotas de iodopolividona (iodo ativo a 2%); 3 – Observe a coloração de cada composto em análise.

Fonte: Autoria própria, 2025.

### 3.5.3.2. Etapa 2. Apresentação de seminários

Nesta etapa, os seis grupos tiveram que expor seus conhecimentos em formato de apresentação oral sobre o procedimento experimental, apresentando o reagente identificado, se a função ou a classificação dos carboidratos.

### 3.5.3.3. Etapa 3. Construção dos mapas conceituais finais

Nesse momento, os alunos tiveram que construir um mapa conceitual com seus conhecimentos prévios sobre a composição bioquímica dos alimentos. Para o desenvolvimento dessa atividade foi disponibilizado a mesma nuvem de palavras sobre a temática, Figura 21, disponibilizada no primeiro dia de aula da eletiva. O objetivo dessa atividade é verificar se houve algum avanço no conhecimento dos discentes com a aplicação da sequência didática.

### 3.5.3.4. Etapa 4. Pós-questionário – Conhecimento construído

Nessa última etapa os alunos responderam a um pós-questionário, individual, no formato impresso, composto por dezesseis questões, sendo as quinze primeiras abertas, as mesmas que foram aplicadas no pré-questionário e a última fechada que versava sobre o

desenvolvimento das aulas e prática de laboratório desenvolvida, conforme descrito no Quadro 1. O desempenho dos estudantes foi avaliado com base nos percentuais obtidos para cada resposta analisada e avaliada como satisfatória, parcialmente satisfatória, insatisfatória e sem resposta.

Todas as atividades e o tempo pedagógico utilizados em cada etapa dos três momentos pedagógicos encontram-se sintetizados no quadro 10.

**Quadro 10.** Atividades desenvolvidas nos três momentos pedagógicos do estudo.

Momento pedagógico	Tempo	Atividades desenvolvidas
Problematização inicial	2 aulas/ 50 min	<p>No primeiro momento pedagógico que tem o objetivo de verificar os conhecimentos prévios dos estudantes. Apresentou-se também os informes sobre o desenvolvimento da eletiva. Os tópicos desenvolvidos nesse momento foram os seguintes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Acolhida dos alunos e orientações;</li> <li>- Apresentação da pesquisa e objetivos;</li> <li>- Coffee break;</li> <li>- Brainstorming (ou tempestade de ideias);</li> <li>- Entrega do Termo de Consentimento e Livre Esclarecimento e Termo de Assentimento e Livre Esclarecimento.</li> </ul>
	2 aulas/ 50 min	<p>Sondagem do nível de desenvolvimento real dos alunos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aula expositiva sobre a diferença entre mapa mental e conceitual;</li> <li>- Construção de um mapa conceitual com base em uma nuvem de palavras;</li> <li>- Pré-questionário sobre alimentos, carboidratos e suas funções;</li> </ul>

Organização do Conhecimento	2 aulas / 50 min	<p>Na organização dos conhecimentos ou segundo momento, realizou-se uma aula expositiva-dialogada introdutória com o objetivo de abordar os conhecimentos científicos sobre síntese e degradação dos alimentos.</p> <p>Atividade: Questionamentos e debates.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- O que a imagem do Homem vitruviano de Leonardo da Vinci remete aos padrões de corpo atual? (Representa o ideal de beleza e a harmonia nas proporções).</li> <li>- Por que precisamos nos alimentar para sobreviver?</li> <li>- Os alimentos são combustíveis?</li> <li>- Qual a constituição do chocolate Ouro branco? (Análise de rótulos)</li> <li>- Análise de dois vídeos de propaganda do achocolatado Nescau, com o intuito de os estudantes responderem a seguinte indagação “A que Nescau se remete em suas propagandas?”</li> </ul>
	4 aulas / 50 min	<p>Aula expositiva-dialogada</p> <p>Aula ministrada sobre a definição de carboidratos, como são produzidos, a sua função nos organismos vivos, a composição química, as funções orgânicas presentes, os tipos e as classificações.</p>
	2 aulas / 50 min	<p>Atividade funções</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reconhecimento de funções biológicas dos carboidratos presente em moléculas presentes nos alimentos, como o amido, a albumina, a glicose, a sacarose, a lactose, o óleo de soja, o ômega 3 e o colesterol e presente no organismo humano, como a insulina e a oxitocina.</li> </ul>
	2 aulas / 50 min	<p>Jogo Kahoot</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Atividade em formato de Quiz que contém questionamento sobre definição, funções orgânicas, composição e classificação dos carboidratos.</li> </ul> <p>Essa atividade utiliza a ferramenta pedagógica gamificação por ter sido desenvolvida em formato de jogo utilizando as TDICs (Tecnologias Digitais da Informação e comunicação) e serviu como forma de revisão.</p>
	1 aula / 50 min	<p>Mapa mental e conceitual</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Desenvolvimento de um mapa mental sobre definição, funções orgânicas, composição e classificação dos carboidratos.</li> </ul>

	2 aulas / 50 min	Aula expositiva-dialogada Aula ministrada sobre as técnicas e experimentos de identificação de carboidratos.
<b>Aplicação do Conhecimento</b>	2 aulas / 50 min	Experimentação investigativa - Teste experimentais realizados pelos alunos com o objetivo de investigar qual o tipo ou qual a função orgânica estava presentes nos carboidratos contidos nos alimentos analisados.
	2 aulas / 50	Apresentação de seminários.
	1 aula / 50 min	Mapa conceitual final.
	1 aula / 50 min	Pós-questionário sobre alimentos, carboidratos e suas funções para avaliar a aprendizagem dos estudantes.

Fonte: Autoria própria, 2025.

### 3.6. ANÁLISE DOS DADOS

Para preservar a identidade dos estudantes desta pesquisa e não ter a possibilidade de identificá-los. Desse modo, eles foram nomeados utilizando letras, na ordem alfabéticas, associado aos números indo-arábicos em ordem crescente, aleatoriamente aos nomes de chamada, como estudante (1 A),(2 B), (3 C), (4 D), (5 E), (6 F), (7 G), (8 H), (9 I), (10 J), (11 K), (12 L), (13 M), (14 N), (15 O), (16 P), (17 Q) e (18 R). Utilizou-se essa codificação para todas as respostas que foram analisadas utilizando como base a bibliografia formal existente sobre o tema por intermédio das categorias de análise construídas a priori e a posteriori. Para verificar o desenvolvimento cognitivo dos estudantes comparou-se o percentual de acertos das respostas desses no pré e pós questionário para análise das respostas utilizou-se a categoria (tipologia) de análise, de modo semelhante ao realizado por Fernandes, (2021).

Sendo assim, as respostas fornecidas pelos estudantes às questões foram classificadas nas seguintes categorias: Resposta Satisfatória (RS), Resposta Parcialmente Satisfatória (RPS), Resposta Insatisfatória (RI), Nenhuma Resposta (NR). Os critérios para classificação das respostas nessas categorias seguem os seguintes critérios:

- Resposta Satisfatória: respostas que apresentem os conceitos químicos adequados sobre o conteúdo em questão, ou seja, convergentes com a literatura.
- Resposta Pouco Satisfatória: respostas que apresentam conceitos incompletos ou parciais sobre o conteúdo.
- Resposta Insatisfatória: respostas que apresentam conceitos errôneos ou distorcidos sobre o conteúdo, ou seja, divergente da literatura.
- Nenhuma Resposta: questão que não foi respondida pelo estudante.

### 3.7. PROPOSTA DE PRODUTO EDUCACIONAL

Os programas de mestrado profissional em rede têm como objetivo final o desenvolvimento de produtos educacionais de natureza pedagógica, que possibilitem integrar a teoria e a prática, promovendo o aprimoramento profissional e tecnológico. Por isso, o produto resultante desta pesquisa foi desenvolvido para atender às demandas das escolas da rede básica de ensino. Nesse sentido, o produto dessa sequência didática que foi uma cartilha teve o intuito de estimular o interesse por novas metodologias de ensino baseadas em atividades experimentais investigativas utilizando a temática alimentos com enfoque na biomolécula carboidratos.

A cartilha desenvolvida nesse trabalho foi intitulada “Carboidratos: Explorando a química dos açúcares nos alimentos por meio de uma sequência didática”, que reúne informações sobre atividades contextualizadas, incluindo a descrição dos experimentos sobre carboidratos com materiais presentes apenas em laboratório, como materiais de baixo custo e fácil acesso, permitindo que o professor as implemente em sala de aula sem a necessidade de laboratório, como no caso do experimento para detecção de amido. A elaboração da cartilha utilizou ferramentas como o ChemBioDraw Ultra 13.0., além de imagens desenvolvidas com Bing Image Creator, o Gemini 1.5 Flash., BioRender.com., livres de direitos autorais.

### 3.8. ASPECTOS ÉTICOS DA PESQUISA

Visando assegurar preservação dos aspectos éticos e dos direitos fundamentais dos indivíduos durante a realização desta pesquisa, todos foram convidados a assinar os Termos de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) para aqueles com 18 anos ou mais, ou o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) para menores de 18 anos. Neste último caso, o TALE

deveria ser assinado em conjunto com o TCLE pelos pais e/ou responsáveis legais dos participantes que ainda não atingiram a maioridade. Os Apêndices M correspondem, respectivamente, ao TCLE para maiores de 18 anos, ao TALE para menores de idade e ao TCLE destinado aos responsáveis legais desses menores.

Os termos disponibilizados aos participantes seguiram as diretrizes da Resolução 510/2016, que estabelece as normas aplicáveis a estudos nas áreas de Ciências Humanas e Sociais e orienta as práticas do CEP da instituição mencionada, todos os participantes terão o direito de consentir ou recusar sua participação na pesquisa de maneira voluntária, podendo desistir a qualquer momento sem restrições.

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÕES**

### **4.1. ANÁLISE DO PRIMEIRO MOMENTO PEDAGÓGICO**

Ao elaborar e aplicar o primeiro momento pedagógico da presente Sequência Didática, denominado de Problematização inicial, buscou-se apresentar os objetivos da pesquisa aos estudantes, bem como orientá-los sobre o preenchimentos do TCLE e do TALE. Além disso, buscou-se verificar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre alimentação, biomoléculas e carboidratos, a análise dos dados dessa etapa estão apresentados nas sessões posteriores, na seguinte ordem: tempestade de ideias, mapas conceituais e pré-questionário que contava com questões problematizadoras.

#### **4.1.1. Tempestade de ideias**

Posteriormente foi realizada uma nuvem de palavras com as perguntas norteadoras “Onde podemos encontrar carboidratos? Quando falamos em carboidratos vocês imaginam o que?” A essas perguntas os estudantes deram respostas de acordo com os conhecimentos prévios que eles tinham sobre o conteúdo. Foi ainda solicitado, naquela ocasião, que os estudantes adicionassem três palavras sobre o que eles sabiam sobre os carboidratos em uma nuvem de palavras, utilizando a ferramenta Mentimeter.

Segundo os dados obtidos nessa atividade percebeu-se que os doze alunos que participaram dessa atividade acreditam que a alimentação é indispensável, e é constituída por biomoléculas responsáveis por proporcionar energia, sustento e saúde ao corpo. Essa conclusão é resultado da análise das respostas que os alunos atribuíram a primeira atividade que foi a tempestade de ideias. Nessa atividade os alunos tinham que definir alimento com uma única palavra, conforme pode ser visualizado na Figura 14. No entanto, esse momento não pode definir qual o nível de conhecimento dos discentes, visto que apenas uma palavra não conceitua com propriedades os alimentos.

**Figura 14.** Tempestade de ideias sobre alimentos, mas especificamente carboidratos.



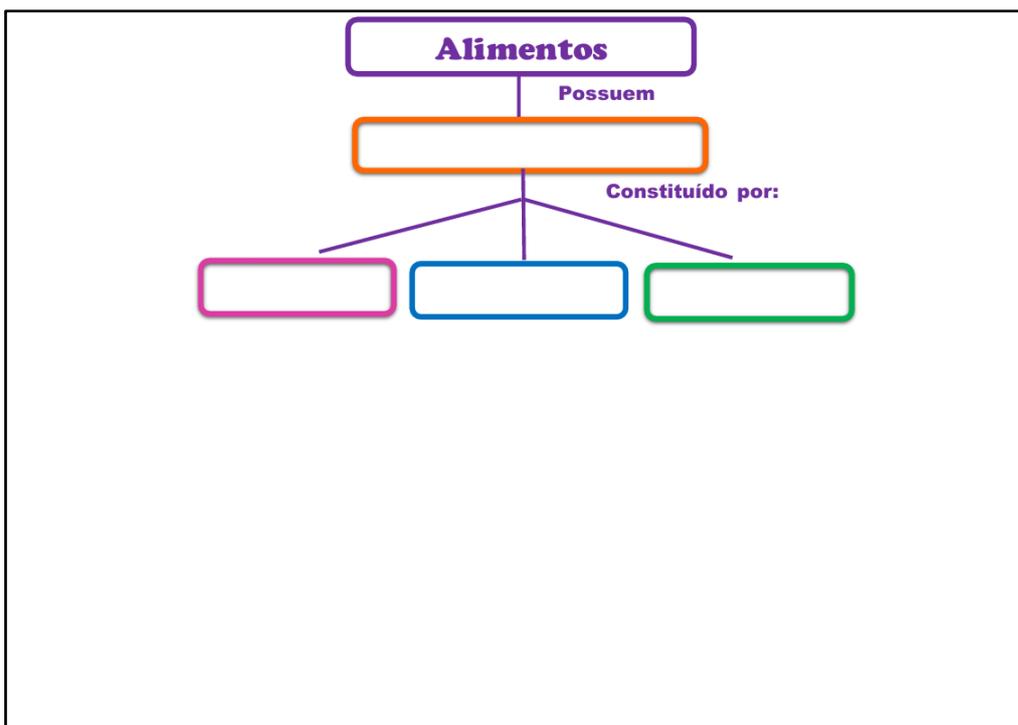
Fonte: Autoria própria (2024).

Segundo Young (2020), o uso de tempestade de ideia (*do inglês, Brainstorming*) como estratégia de ensino, é apropriado para a geração de inúmeras opções de ideias que vão além do óbvio como técnica de dinâmica em grupo ou individual. A tempestade de ideias permite o levantamento de informações que os alunos já possuem acerca de um determinado tema, aproximando-se dos modelos de processamento da informação, como também dos modelos de interação social, no caso de associado ao trabalho com projetos e à aprendizagem baseada em problemas, podendo ainda ser considerado como uma ferramenta para instigar a motivação, a participação e o envolvimento dos alunos nas aulas (Xavier, 2018, p. 10).

#### 4.1.2. Elaboração de um mapa conceitual

Essa segunda atividade foi desenvolvida ainda no primeiro momento e tinha como objetivo verificar a capacidade dos estudantes correlacionar as macromoléculas presentes nos alimentos com sua função, classificação, tipo de ligação e exemplos presentes no cotidiano. Para desenvolvimento dessa atividade foi disponibilizado a nuvem de palavras que se encontra presente na Figura 6. As palavras estavam embaralhadas sem apresentar nenhuma correlação entre elas para que os alunos pudessem organizá-las em três categorias que são os carboidratos, proteínas e lipídeos. Foi disponibilizado também uma folha de papel A4 que já apresentava cinco quadros iniciais (Figura 15) para nortear os alunos no desenvolverem seus mapas conceituais.

**Figura 15.** Material para os estudantes desenvolverem os mapas conceituais sobre alimentos.



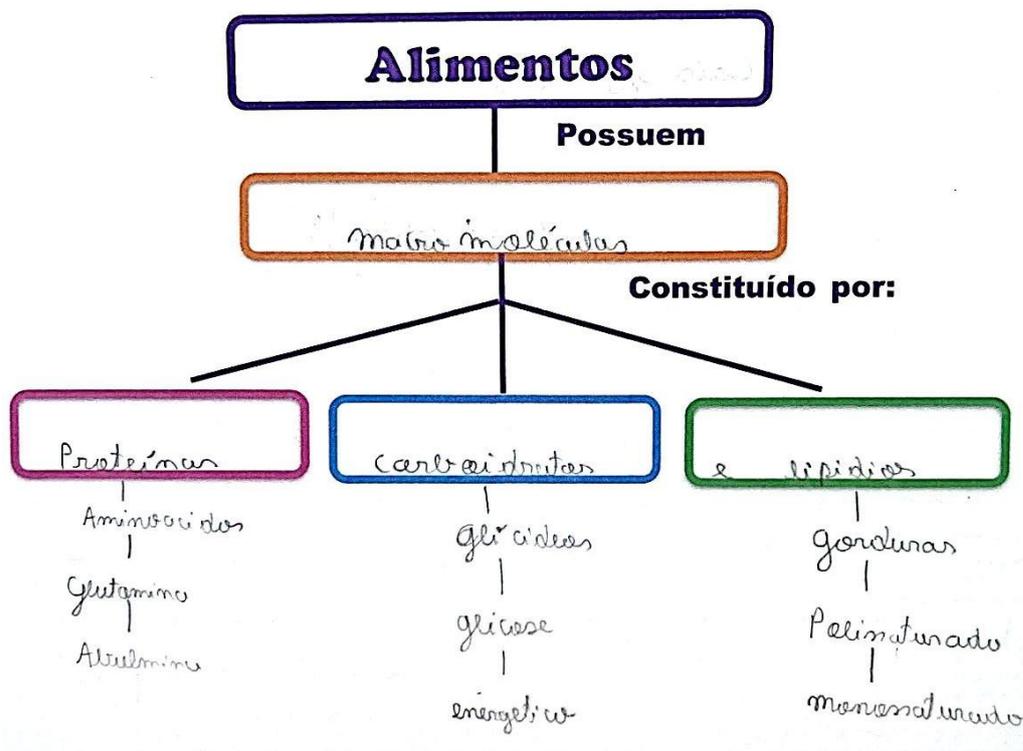
Fonte: A autoria própria (2024).

Analisando os mapas conceituais desenvolvidos pelos alunos percebeu-se que apenas dois alunos apresentava um conhecimento breve, porém coerente sobre a composição dos alimentos. Isso pode ser verificado pelas respostas do aluno 1 A e 2 B.

O estudante 1A no seu mapa conceitual inferiu que os alimentos possuem macromoléculas constituídas por proteínas, carboidratos e lipídeos. Ele correlacionou as proteínas aos aminoácidos, a glutamina e a albumina. Os carboidratos ele relacionou a glicídios, a glicose e a energético. E os lipídeos ele atrelou as atrela as gorduras, a poli-insaturados e monossaturado (Figura 16). Pelas observações realizadas pelo estudante percebeu-se um breve conhecimento sobre as macromoléculas devido ao fato de ser um indivíduo ativo na prática de atividade física, que no caso, era a musculação. Sabe-se que pessoas praticantes dessa modalidade se preocupam com qual alimento ingerir antes e após os treinos para se ter bom rendimento físico.

De acordo com o trabalho de Machado e Mortimer (2007), o conhecimento químico é construído pela combinação de três níveis representacionais: fenomenológico, teórico e representacional, isto é, dimensões macroscópica, submicroscópica e simbólica.

Figura 16. Mapa conceitual desenvolvido pelo aluno 1 A.



Fonte: Autoria própria, 2024.

Por outro lado, em relação a mapa conceitual da Figura 16, foi observado que algumas noções foram deixadas de fora e nem todas as possíveis ligações foram feitas, a fim de não complicar o diagrama, por exemplo, o aluno relacionou glutamina e albumina com aminoácidos. Ao analisar o mapa representado, identificou-se que o estudante 2B em questão conhecia os termos utilizados na área de estudos – carboidratos, porém tem dificuldades quanto à identificação do significado dos conceitos e das relações que existem entre eles.

Todavia, o estudante 2B no seu mapa conceitual (Figura 17) inferiu que os alimentos possuem macromoléculas constituídas por proteínas, carboidratos e lipídeos. E correlacionou os carboidratos, a energético. Proteínas a lactose. E os lipídeos aos óleos e as gorduras que descreve como isolante térmico. Percebe-se que ocorreu um equívoco na definição das proteínas, como lactose. Pois a proteína do leite é a caseína e a lactose é o açúcar do leite, isto é o carboidrato. Esse conhecimento superficial pode ser atrelado as aulas de biologia, pois nessa disciplina é visto que gorduras apresentam função de proteção térmica.

Para Aguiar e Correia (2013), o conteúdo de mapa conceitual fica mais fácil de ser compreendido quando ele está organizado de maneira hierárquica, na qual os conceitos mais gerais são colocados no topo e os mais específicos ao longo dos níveis inferiores do mapa.

Figura 17. Mapa conceitual elaborado pelo aluno 2 B.

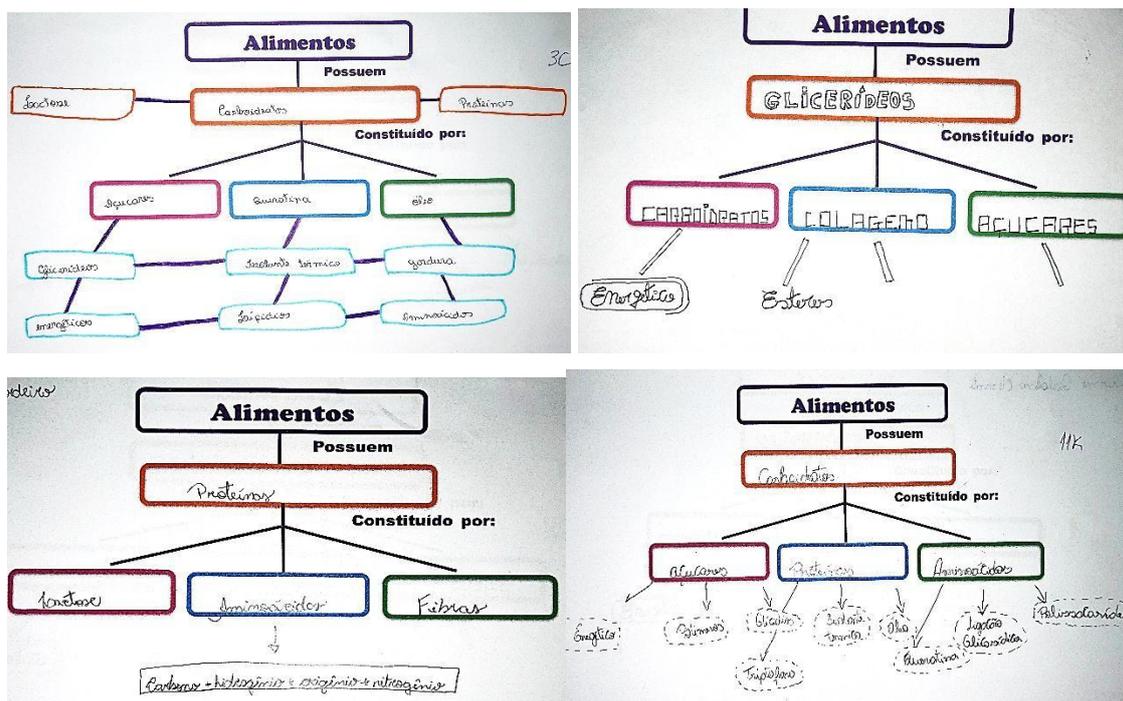


Fonte: Autoria própria, 2024.

Os demais estudantes determinaram que os alimentos possuíam carboidratos ou proteínas e um deles disse que possuía glicerídeos. Desse modo percebe-se que eles atrelam aos alimentos conceitos menos abrangentes que provavelmente eles ouvem no seu dia a dia. Verificou-se grandes equívocos por parte dos alunos ao tentarem relacionar essas biomoléculas com outras funções, conforme verifica-se nas respostas dos estudantes 3 C, 6 F, 7 G e 11 K (Figura 18).

Para Souza; Boruchovitch (2010), não são quaisquer palavras que podem ser utilizadas como frases de enlaces ou termos de ligação no mapa, precisam ser palavras que possam elucidar a compreensão acerca das interações entre os conceitos de forma que possam conferir legibilidade na leitura do mapa.

Figura 18. Mapas mentais desenvolvidos pelos estudantes 3C, 6 F, 7 G e 11K.



Fonte: Autoria própria, 2024.

#### 4.1.3. Questionário Prévio

Pela análise das respostas do questionário, verificou-se que dos 18 alunos, 2 alunos demonstravam conhecimento prévio do assunto, 7 alunos demonstravam um conhecimento prévio parcial e 9 alunos apresentavam conhecimento muito superficial, ou seja, não sabiam o que estudava bioquímica dos carboidratos e qual era a sua relação com química.

O questionário (Quadro 11) contava com quinze questões dissertativas e foi respondido pelos 18 estudantes que responderam forma descritiva a cada pergunta. Para isso, eles utilizaram apenas o conhecimento que possuem sobre alimentação e carboidratos, sem utilizar material de consulta ou tecnologias como o celular.

Todos os alunos apresentavam interesse em participar da atividade, porém alguns comentavam não saber se estavam corretos nas resoluções dos questionamentos e alguns decidiram não responder algumas questões por não saberem do assunto. A primeira (Quadro 11) tinha a finalidade de verificar como os alunos descrevem sua compreensão atual em relação aos alimentos e sua importância para a saúde e bem-estar.

**Pergunta 1:** Como você descreveria sua compreensão atual em relação aos alimentos e sua importância para a saúde e bem-estar? As respostas dos alunos para essa primeira questão estão descritas no quadro 11.

**Quadro 11.** Resposta referente à primeira pergunta do Pré-questionário.

<b>Aluno</b>	<b>Resposta descritiva</b>
1 A	Eles são importantes para a saúde de modo geral, seja ela mental ou física.
2 B	Por ter uma mãe que é educadora física, um estilo de vida mais saudável sempre foi apresentado, incluindo alimentação. A importância de proteínas, carboidratos, fibras. Também pesquiso sempre os benefícios do que como.
3 C	Eles são essenciais, pois são fonte de energia para o nosso corpo.
4 D	Superficial, mas reconheço os alimentos saudáveis.
5 E	Ótima compreensão, pois procuro saber sobre cada alimento.
6 F	Os alimentos é a principal fonte de energia dos seres vivos.
7 G	-
8 H	Acho que minha compreensão é ruim. Porque minha alimentação é desregulada.
9 I	Tem que se alimentar bem para uma vida saudável.
10 J	Mediana, preciso aprender mais sobre eles.
11 K	Bem básica, não conheço muito sobre os alimentos.
12 L	Se alimentar bem e saber o que é bom para saúde.
13 M	Está sempre alimentando bem, porque ajuda na saúde da pessoa.
14 N	Relacionar aquele alimento que fazem ou não, a importância de comer alimentos saudáveis. Dá energia ao corpo.
15 O	Os alimentos são os principais combustíveis para o ser humano criar energia e ter disposição, sendo assim, essencial.
16 P	Atualmente minha alimentação não está nem um pouco ruim, como coisas para melhorar ela cada vez mais.
17 Q	É importante para o bem-estar pessoal.
18 R	Disponibiliza energia, uma sensação boa, cria imunidade para o corpo e mais disponibilidade para tudo.

Fonte: Autoria própria, 2024.

De acordo com dados do Quadro 11, constatou-se que cinco alunos (1A, 2B, 9I, 12 L e 13 M) relacionam os alimentos a saúde seja ela física ou mental, cinco atrelam a energia disponibilizada para o organismo (3C, 6F, 14N, 15O e 16R). Uma associou as biomoléculas e ao estilo de vida (2B). Sendo assim, (55,56%) apresentaram Respostas Satisfatórias. Sete não definiram a importância dos alimentos apenas dizem saber sobre (4D, 5E, 8H, 10J, 11K, 16P e 17Q), correspondendo assim a (38,89%) de Respostas Insatisfatórias e um aluno não apresentou resposta (7G), totalizando (55,56) dos alunos Sem Resposta. Como se pode ver, muitos dos alunos também partilham das concepções alternativas mais comuns relacionadas aos nutrientes, porém, houve um balanço médio nas respostas. Tais concepções podem se tornar um obstáculo para construção de novos conhecimentos, tendo em vista que uma vez internalizadas são de difícil reversão (Righi *et al.*, 2012).

**Pergunta 2:** Liste três exemplos de alimentos que você considera saudáveis e explique as razões por trás de suas escolhas. As respostas dos alunos para essa segunda questão estão descritas no quadro 12.

**Quadro 12.** Resposta referente à segunda pergunta do Pré-questionário.

<b>Aluno</b>	<b>Resposta descritiva</b>
1 A	Ovo, pão integral e leite. O ovo sendo fonte de proteínas (glutamina), e vitaminas, o pão integral, um carboidrato com fibras e o leite possui gordura, proteínas e vitaminas.
2 B	Salada: natural, diversos benefícios; feijão: ajuda no ferro, frutas: sempre recomendado a inclusão na dieta.
3 C	Banana: rica em ferro, laranja: vitamina C e carne: rico em proteínas.
4 D	Arroz, frutas, carboidratos, entre outros, são alimentos que nos dão energia.
5 E	Arroz, carne e verduras. Motivo: vejo muitos nutricionistas recomendando, também acho muito importante.
6 F	Feijão: rico em ferro, carnes: proteínas; frutas: sacarose e gordura boa.
7 G	Laranja, por ser rica em vitamina C, banana, pois é rica em cálcio e maçã por ser saudável.
8 H	Uva, maçã e banana. Porque são três frutas e fazem bem para a saúde.
9 I	Limão, porque é ótimo para a gripe; banana é ótimo para os osso e batata doce é ótimo para massa corporal.

10 J	Banana, bom para os ossos; acerola: vitamina C e beterraba bom para o sangue.
11 K	Banana, faz bem tanto para os ossos como para o corpo em si. Beterraba: rica em vitamina-se, arroz: rico em proteínas.
12 L	Laranja tem vitamina C, goiaba e pera.
13 M	Banana ajuda nas câibras, laranja um gosto de saudável e maçã para pernas.
14 N	Maçã, pera e banana, pois são alimentos saudável.
15 O	O feijão rico em ferro, legumes e fruta.
16 P	Feijão, arroz e carne cozida esses são os alimentos mais saudáveis que considero fortes para a saúde.
17 Q	Beterraba, cenoura e ovo, são ricos em fibras.
18 R	Café

Fonte: Autoria própria, 2024.

De acordo com dados do quadro 12, constata-se que dez alunos explicaram o motivo falando dos macros e micro nutrientes (1A, 3C, 4D, 6F, 7G, 10J, 11K, 12L, 15O e 17Q), quatro atrelam a algum tipo de doença ou benefício para o corpo (9I, 10J, 11K e 13M), dois atrelaram a recomendação dos especialistas (2B e 5E), correspondendo a um total de (83,33%) de Respostas Satisfatórias. Dois atrelaram a saúde de modo geral (8H e 16P), sendo assim, 11,11% de Respostas Insatisfatória e um não disse o motivo (18R), 5,56% Sem Resposta. Assim, foi importante conhecer as concepções dos estudantes sobre a composição química dos alimentos, pois, de acordo com Astolfi; Develay (2011), toda a aprendizagem vem interferir num conceito já existente que mesmo falso para a ciência, serve como um sistema de explicação eficaz e funcional para o docente das representações dos estudantes.

**Pergunta 3:** Quais critérios você utiliza para avaliar se um alimento é saudável ou não? As respostas dos alunos para essa terceira questão estão descritas no quadro 13.

**Quadro 13.** Resposta referente à terceira pergunta do Pré-questionário.

Aluno	Resposta descritiva
1 A	Seus ingredientes e tabela nutricional.
2 B	Se for preparado em casa ao invés de algo industrializado, açúcar, gordura.
3 C	Baseado em seus benefícios.
4 D	A procedência do alimento.

5 E	Olha a descrição, identifico o preparo do produto.
6 F	Baseado no conhecimento raso em revistas, televisão, livros, escola e família.
7 G	Que o alimento é rico em nutrientes.
8 H	Geralmente olho se é um alimento muito doce ou muito salgado.
9 I	Pesquisas na internet, avaliações dos médicos e análise dos alimentos pela visão.
10 J	Se são frutas naturais se na comida tem muito açúcar.
11 K	Se ele contém proteínas e vitaminas.
12 L	Eu pesquiso para saber se é saudável ou não.
13 M	Avaliando o alimento para ver se a pessoa gosta.
14 N	Pelos carboidratos, proteínas.
15 O	-
16 P	Se a comida faz bem para nosso corpo.
17 Q	Se ele tem fibras ou vitaminas.
18 R	-

Fonte: Autoria própria, 2024.

De acordo com a análise das respostas no quadro 13, percebe-se dois estudantes, 15O e 18R não responderam à pergunta, sendo assim, apenas 11,11% das perguntas ficaram Sem Respostas. Nesse sentido, recomendações para uma alimentação saudável precisam agregar a sustentabilidade como uma de suas principais dimensões. Alimentos saudáveis devem ser relacionados a um sistema alimentar que seja economicamente viável, ambientalmente sustentável e socialmente justo, contemplados por uma alimentação sustentável (Martinelli e Cavali, 2019).

**Pergunta 4:** Além de saciar a fome, quais outras razões você acredita que levam as pessoas a se alimentarem? As respostas dos estudantes para essa quarta questão estão descritas no quadro 14.

**Quadro 14.** Resposta referente à quarta pergunta do Pré-questionário.

<b>Aluno</b>	<b>Resposta descritiva</b>
1 A	O alimento envolve muitas vezes o afeto e o momento, seja ele uma cerveja na sexta à noite com uma pessoa especial ou o pós-treino depois do treino.
2 B	Por prazer, muito bom comer.

3 C	Para manter sua estabilidade física.
4 D	Hábito, necessidade.
5 E	Sustentação, pois ficar sem comer nos deixa fracos.
6 F	Produção de energia.
7 G	Ficar saudável e com energia e é bom.
8 H	Para se sentir bem ou satisfazer algum desejo.
9 I	O prazer da degustação e o medo de passar fome.
10 J	Bem-estar e saúde.
11 K	Recuperar energia e ajuda no crescimento dos músculos.
12 L	-
13 M	A vontade de ser saudável e forte no dia a dia.
14 N	Manter a coordenação do corpo.
15 O	A necessidade de sobrevivência porque se uma pessoa não come não tem como ela sobreviver.
16 P	-
17 Q	Por precisar de tal alimento.
18 R	Na prática de atividade física.

Fonte: Autoria própria, 2024.

Analisando o quadro 14, percebe-se que dois estudantes, 12L e 16P, não responderam à questão, sendo assim, 11,11% dos alunos deixaram a questão Sem Resposta. Os outros dezesseis estudantes deram respostas, baseadas em concepções alternativas, sendo assim, 88,89% de Respostas Satisfatória devido ser uma pergunta subjetiva. Para Bastos *et al.* (2001), uma possível explicação para justificar a grande dificuldade em promover a mudança conceitual nos alunos seria suas interações com pessoas do seu meio familiar e com suas experiências sociais.

**Pergunta 5:** Em sua opinião, o que caracteriza uma alimentação saudável? Você considera que sua própria alimentação se enquadra nesse padrão? As respostas dos alunos para essa quinta questão estão descritas no quadro 15.

**Quadro 15.** Resposta referente à quinta pergunta do Pré-questionário.

Aluno	Resposta descritiva
-------	---------------------

1 A	Sua quantidade de consumo. Sim, eu considero.
2 B	O equilíbrio não ser radical demais, e nem de menos, frutas, folhas, se hidratar. Sou saudável ne medida do possível.
3 C	Uma alimentação saudável é baseada em proteínas, vitaminas, carboidratos. Em alguns momentos preciso melhorar minha alimentação.
4 D	Comer bem e em horário correto. Sim, porém minha alimentação não é tão saudável.
5 E	Não, pois como muitos produtos industrializados e para mim não é saudável.
6 F	Comer na hora certa e alimentar-se com alimentos naturais e não industrializados. Não.
7 G	Uma alimentação saudável seria uma alimentação rica em nutrientes. A minha considero saudável.
8 H	Uma alimentação que não tem muita besteira na refeição, não acho que minha alimentação e muito saudável
9 I	Um bom, não perfeito, balanceamento de carboidratos, vegetais açucars etc. de acordo com a pessoa.
10 J	Muita fruta, verduras etc.
11 K	Sim, pois tento seguir uma dieta rica em alimentos e sempre saudável.
12 L	Comer frutas, verduras e legumes. Acho que sim.
13 M	Mais ou menos as vezes como besteira e saudável.
14 N	Bom comer alimentos corretamente para melhorar a saúde do seu corpo, ou seja, saudável.
15 O	A forma ela tem controle na hora de comer, um cardápio cheio de legumes, não considero minha alimentação saudável.
16 P	Minha alimentação muitas vezes é saudável e outras não acho que não me enquadro nesse padrão.
17 Q	Se ele for menos processado, acho minha alimentação sem rim.
18 R	Pão, café e bolo.

Fonte: Autoria própria, 2024.

Com essa pergunta, pode-se notar que os estudantes possuem certa noção sobre o que é uma boa alimentação, porém, existem muitas concepções alternativas, pois alguns consideram que uma alimentação saudável é restrita a apenas vegetais ou frutas. Pela análise das respostas

percebe-se que apenas os estudantes 2B e 3C, 11,11% apresentaram respostas Parcialmente Satisfatória. E os demais apresentaram Respostas Insatisfatórias. Situações como essas podem ser vistas em muitos lugares do país, por estudantes, jovens e a população em geral, havendo a necessidade de um reforço na orientação nutricional e ações que abordem conteúdos científicos aplicados a alimentação, nutrientes e sua atuação no organismo, e como transformar esse conhecimento em atitudes saudáveis para ajudar em suas vidas cotidianas e rendimento escolar.

Do mesmo modo, segundo documentos oficiais (Brasil, 2002), a alimentação pode ser considerada como um tema essencial a ser debatido e refletido no ambiente escolar e o consumo de alimentos saudáveis não é considerado como um hábito corriqueiro no público jovens.

**Pergunta 6:** Analisando o café da manhã típico, composto por pão, manteiga, frutas, café e leite, quais substâncias químicas você acredita que compõem cada um desses alimentos? As respostas dos alunos para essa sexta questão estão descritas no quadro 16.

**Quadro 16.** Resposta referente a sexta pergunta do Pré-questionário.

<b>Aluno</b>	<b>Resposta descritiva</b>
1 A	Carbono, cafeína, cálcio, hidrogênio, H <sub>2</sub> O e etc.
2 B	Manteiga: gorduras e proteína; frutas: fibras; café: cafeína.
3 C	Pão: carboidratos; manteiga: gordura; frutas vitaminas: café: energia: leite: proteínas.
4 D	Proteínas, cafeína, lipídeos e CO <sub>2</sub> .
5 E	Zinco ou cálcio e talvez sal.
6 F	Pão: carboidrato; manteiga: gordura: frutas: sacarose: café: cafeína: leite: proteína.
7 G	-
8 H	-
9 I	Lactose, cafeína, massa e gordura trans.
10 J	Pão, manteiga e café.
11 K	Cafeína, carboidratos, proteínas.
12 L	Café tem cafeína.
13 M	-
14 N	-
15 O	Pão: carboidrato, manteiga: gordura saturada.
16 P	-

17 Q	-
18 R	Café um tipo de cafeína; leite um tipo de algo mais doce; fruta mais saudável para o corpo; pão acho que massa.

Fonte: Autoria própria, 2024.

Em relação a quantidade de acertos e erro dos estudantes nessa questão, percebeu-se que apenas quatro estudantes (22,22%) apresentaram respostas satisfatórias, esse percentual, mostra que estes assuntos precisam ser reforçados com os estudantes, de maneira que os mesmos tenham consciência de sua alimentação, e que possam aplicar o seu conhecimento científico adquirido em seu dia a dia, ao invés de simplesmente manter esse conhecimento na superficialidade, sem gerar atitudes de mudança de postura de seus hábitos alimentares.

**Pergunta 7:** Quais tipos de biomoléculas (macromoléculas) você acredita que estão presentes nos alimentos que consumimos? As respostas dos alunos para essa sétima questão estão descritas no quadro 17.

**Quadro 17.** Resposta referente a sétima pergunta do Pré-questionário.

Aluno	Resposta descritiva
1 A	Lipídeos e proteínas.
2 B	-
3 C	-
4 D	CO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> O e O <sub>2</sub> .
5 E	Lipídeos talvez.
6 F	-
7 G	Carbono, cálcio, ferro e nitrogênio dos agrotóxicos.
8 H	Açúcar, sal, gordura e etc.
9 I	Carboidratos, açúcares, lactose, massas e etc.
10 J	Cafeína e gorduras.
11 K	Muita cafeína.
12 L	-
13 M	-
14 N	-
15 O	-

16 P	-
17 Q	-
18 R	Acho que fruta.

Fonte: Autoria própria, 2024.

Com os resultados obtidos nesta questão, verificou-se que apenas 5 estudantes (27,78%) apresentaram respostas parcialmente satisfatória, pois um estudante associou apenas aos lipídeos e proteínas não associando as carboidratos, enquanto um associou apenas aos carboidratos, outro apenas a lipídeos e os outros dois (11,11%) associaram aos alimentos, como gorduras e açúcares, esses ainda apresentavam respostas inconsistentes, por eles associarem apenas a alimentos que compõe as biomoléculas ou até mesmo a substâncias inorgânicas como no caso do sal (resposta do aluno 8H) ou ao café que compõe a moléculas dos alcaloides (resposta do estudante 10 J).

Quatro respostas (22,22%) dos estudantes apresentaram Respostas Insatisfatórias por associarem a átomos (7G), moléculas (4 D) ou a um alimento (18 R). Nove estudantes (50% dos estudantes) não apresentaram nenhuma resposta.

**Pergunta 8:** Por que você acha que os alimentos são frequentemente comparados a combustíveis essenciais para a vida humana? Como essa analogia pode nos ajudar a entender a importância da nutrição? As respostas dos alunos para essa oitava questão estão descritas no quadro 18.

**Quadro 18.** Resposta referente a oitava pergunta do Pré-questionário.

<b>Aluno</b>	<b>Resposta descritiva</b>
1 A	Porque eles nos dão a energia e nutrientes necessários para a vida.
2 B	É aquilo que nos move com fome ficamos estressado, lentos e indispostos.
3 C	Porque acredito que o nosso corpo necessita de água e principalmente de uma alimentação saudável.
4 D	Que eles funcionam como energia para o nosso corpo.
5 E	Porque assim como alguns combustíveis, alimentos são de extrema importância.
6 F	Pois produzem energia.
7 G	Pelo motivo que não viveríamos sem os alimentos.
8 H	-

9 I	Porque eles são uma ótima alusão aos combustíveis para poder ter uma ideia básica sobre a função deles.
10 J	-
11 K	Sem o alimento não vivemos, com isso uma boa nutrição ficamos forte.
12 L	Saber o que pode nos ajudar a entender a importância da nutrição e abastecer o corpo.
13 M	Porque sem o alimento não conseguimos viver.
14 N	Dá energia ao corpo, abastecer o corpo, compreender cada alimento que está sendo ingerido.
15 O	Porque ele é o principal da vida da pessoa para se desenvolver.
16 P	Para nos ajudar na alimentação.
17 Q	A energia que eles dão.
18 R	Uma energia em seu corpo um destaque em sua disponibilidade e um bem-estar no corpo com energia.

Fonte: Autoria própria, 2024.

Com relação as respostas dadas pelos estudantes a essa pergunta percebemos que seis estudantes apresentaram Resposta Satisfatória (33,33%) e para isso utilizaram o conceito de energia para associar a analogia que os alimentos são combustíveis essenciais para a vida, o que se pode considerar como resposta satisfatória. E 10 alunos (55,56%) apresentaram respostas insatisfatória e 2 alunos (11,11%) não apresentaram nenhuma resposta.

**Pergunta 9:** Explique sua compreensão sobre o termo “carboidratos”. O que você sabe sobre a função dos carboidratos em nossa dieta? As respostas dos alunos para essa nona questão estão descritas no quadro 19.

**Quadro 19.** Resposta referente a nona pergunta do Pré-questionário.

<b>Aluno</b>	<b>Resposta descritiva</b>
1 A	Carboidratos são macromoléculas que se transformam em glicose, uma fonte de energia para a vida.
2 B	Nos dão energia.
3 C	Conceder energia e massa corporal para o nosso corpo.
4 D	Que eles funcionam como energia para o nosso corpo.

5 E	Carboidratos são de grande importância e principalmente a vida na academia.
6 F	Gera energia.
7 G	Os carboidratos mantêm o nosso corpo, fonte saudável.
8 H	-
9 I	Não sei.
10 J	-
11 K	-
12 L	-
13 M	-
14 N	-
15 O	-
16 P	Ajuda a nossa saúde.
17 Q	Ajuda no ganho de massa e energia.
18 R	Acho que no feijão, arroz e na carne.

Fonte: Autoria própria, 2024.

Com os dados obtidos percebeu-se que para a primeira parte da pergunta, verificou-se que nenhum estudante respondeu satisfatoriamente essa questão, pois segundo Francisco Junior (2008), carboidratos são substâncias constituídas por poliídrolxaldeídos ou poliídrolxiconas ou que liberam tais compostos por hidrólise.

Para a segunda parte da pergunta “O que você sabe sobre a função dos carboidratos em nossa dieta?” percebeu-se que seis estudantes (33,33%) responderam satisfatoriamente, pois associaram os carboidratos a função energética, segundo Francisco Junior (2008 b) a oxidação dos carboidratos é a principal forma de fornecimento energético para maioria dos seres não fotossintetizantes, além de apresentar função estrutural e sinalizadora nos organismos. Responderam insatisfatoriamente, quatro estudantes (22,22%) e não apresentaram nenhuma pergunta sete estudantes (38,89%).

Percebe-se que a parcela majoritária dos estudantes não souberam definir o que são os carboidratos, sendo que, apenas um estudante expos seus conhecimentos prévios de forma convergente aos aportes da literatura, como: “são moléculas orgânicas responsáveis pelo fornecimento de energia ao organismo (através de reações).

Desse modo, verifica-se que os resultados obtidos nesta questão, foram semelhantes a investigação de Passos *et al.* (2018) que em suas pesquisa com nove estudantes do ensino

superior solicitou que os estudantes conceituassem e apresentassem exemplos de carboidratos. Os resultados obtidos foram: dos nove participantes da pesquisa, três estudantes não conseguiram explicar o que são carboidratos nem fornece exemplos. Somente dois mencionaram exemplos, mas sem fornecer uma definição. Quatro alunos conseguiram apresentar uma definição alinhada aos fundamentos da literatura, e apenas um deles também forneceu exemplos.

**Pergunta 10:** Qual é a constituição química básica dos carboidratos? As respostas dos alunos para a décima questão estão descritas no quadro 20.

**Quadro 20.** Resposta referente a décima pergunta do Pré-questionário.

<b>Aluno</b>	<b>Resposta descritiva</b>
1 A	Carbono, hidrogênio e oxigênio.
2 B	-
3 C	Energia e gordura.
4 D	-
5 E	-
6 F	-
7 G	-
8 H	-
9 I	Não sei.
10 J	-
11 K	-
12 L	-
13 M	-
14 N	-
15 O	-
16 P	-
17 Q	Ele dá energia.
18 R	Alimentação.

Fonte: Autoria própria, 2024.

Com relação a essa pergunta apenas o estudante 1A respondeu que os carboidratos são constituídos por hidrogênio, oxigênio e carbono”. Esse resultado corroboram com os de Suárez; Braibante (2021), pois de modo semelhante em seu trabalho os estudantes reconheceram que os carboidratos estão constituídos por hidrogênio, oxigênio e carbono. O estudante 18R afirma que presentes em alimentos. Responderam insatisfatoriamente quatro estudantes (22,22%) e treze estudantes (72,22) não apresentaram nenhuma para pergunta.

**Pergunta 11:** Identifique os grupos funcionais que estão presentes nas moléculas de carboidratos. As respostas dos alunos para a décima primeira questão estão descritas no quadro 21.

**Quadro 21.** Resposta referente a décima primeira segunda pergunta do Pré-questionário.

<b>Aluno</b>	<b>Resposta descritiva</b>
1 A	Carbonila (C=O)
2 B	-
3 C	-
4 D	-
5 E	-
6 F	-
7 G	-
8 H	-
9 I	-
10 J	-
11 K	-
12 L	-
13 M	-
14 N	-
15 O	-
16 P	-
17 Q	-
18 R	-

Fonte: Autoria própria, 2024.

A questão de número 11, solicitava que os estudantes identificassem os grupos funcionais que estão presentes nas moléculas de carboidratos e teve apenas uma única resposta. O aluno 1 A, respondeu C=O, carbonila, com isso percebe que ele apresenta um nível de conhecimento razoável sobre o assunto, pois não determinou que poderia ser primária ou secundária, ou seja, aldeído e cetona e não falou também da função álcool.

Por outro lado, estudante 1A mencionou que os CHO são substâncias presentes nos alimentos, embora não seja uma resposta errada, pode suscitar diferentes interpretações do conceito “substância”, o qual segundo Silva; Amaral (2016), é considerado um dos conceitos mais importantes da Química, pois permite a compreensão de muitos fenômenos.

Sendo assim, para essa pergunta obteve-se a resposta parcialmente satisfatória de apenas um estudante, enquanto dezessete não apresentaram resposta para essa questão.

**Pergunta 12:** Dê exemplos de três alimentos que contêm carboidratos. As respostas dos alunos para a décima segunda questão estão descritas no quadro 22.

**Quadro 22.** Resposta referente a décima segunda pergunta do Pré-questionário.

<b>Aluno</b>	<b>Resposta descritiva</b>
1 A	Pão, batata e macarrão.
2 B	Macarrão, arroz e pão.
3 C	Pão, bolo, batata doce e macaxeira.
4 D	Carnes, arroz, e feijão
5 E	Arroz, macarrão e carne.
6 F	Pão, bolo e biscoito.
7 G	Banana, arroz e feijão
8 H	-
9 I	Carne, ovo e peixe.
10 J	Café, pão e coca.
11 K	Não sei.
12 L	-
13 M	-
14 N	Pão e macarrão.
15 O	Pão, pizza e macarrão.
16 P	Da energia para o nosso corpo.

17 Q	Macarrão, arroz e algumas frutas.
18 R	Café, pão e bolo.

Fonte: Autoria própria, 2024.

Com os resultados, pode-se observar que estudantes reconhecem a presença de CHO corretamente nos alimentos nove estudantes, equivalendo assim, a um total de Respostas Satisfatórias. Enquanto seis estudantes apresentaram Respostas Insatisfatória, por afirmarem que alimentos como carne, ovo, peixe ou café tinha carboidratos ou como o aluno 16 P informar a função e não o alimento. estudantes não souberam responder à questão. Um total de três estudantes (16,67%) não responderam essa pergunta.

Essa mesma situação, observou-se na pesquisa de Souza; Almeida; Ribeiro (2019) e de Suárez; Braibante (2021), que observaram que alguns estudantes tinham uma compreensão coerente que os carboidratos estavam presentes nos alimentos como massas, pães, cereais, açúcares e batatas, porém outros estudantes tiveram respostas breves, onde informavam que os carboidratos eram a mesma coisa que as proteínas e as gorduras ou não conheciam alimentos que possuem carboidratos na sua composição.

**Pergunta 13:** Qual é a importância dos carboidratos para o funcionamento saudável do organismo? As respostas dos alunos para a décima terceira questão estão descritas no quando 23.

**Quadro 23.** Resposta referente a décima terceira pergunta do Pré-questionário.

Aluno	Resposta descritiva
1 A	Fonte de energia, ajuda no ganho de massa muscular, pode ajudar com o sono e etc.
2 B	Energia, <b>deve</b> ajudar a regular o intestino.
3 C	Ele transmite energia.
4 D	Funcionam como base para uma boa alimentação que é necessário para o organismo.
5 E	Arroz, macarrão, carne, todos ajudam no funcionamento saudável do organismo.
6 F	-
7 G	-
8 H	-
9 I	Não sei.

10 J	-
11 K	-
12 L	-
13 M	Ajuda a manter o corpo mais fortalecido, forte e saudável.
14 N	-
15 O	Dar força e disposição.
16 P	Da energia para o nosso corpo.
17 Q	Acho que energia.
18 R	Seu corpo energia.

Fonte: A autoria própria, 2024.

De acordo com as respostas dadas pelos estudantes, observou-se que dos oito estudantes apresentaram conhecimentos prévios, seis responderam que a importância dos carboidratos está associada a “fonte de energia” ou “armazenamento de energia” e dois a fortalecimento e regulação do organismo. Sendo assim, 44,44% apresentaram respostas parcialmente satisfatória, visto que cada estudante se referiu a apenas uma ou duas das funções biológicas que os carboidratos possuem.

De modo semelhante em seu trabalho Suárez; Braibante (2021), inferiram que os estudantes apresentavam conhecimentos prévios, ao mencionar que os carboidratos são “fonte de energia”, “servem como estrutura” ou “armazenamento de energia”. Para Berg; Tymoczko; Stryer (2004) as funções biológicas dos carboidratos são: fonte e armazenamento de energia, intermediários metabólicos e estruturais.

**Pergunta 14:** Como os carboidratos fornecem energia e suportam diversas funções biológicas? As respostas dos alunos para a décima quarta questão estão descritas no quadro 24.

**Quadro 24.** Resposta referente a décima quarta pergunta do Pré-questionário.

Aluno	Resposta descritiva
1 A	Eles se transformam em glicose na corrente sanguínea.
2 B	-
3 C	Pelos alimentos.
4 D	-
5 E	Através da digestão, as proteínas vão pelo sangue (algo assim).

6 F	-
7 G	-
8 H	-
9 I	Não sei.
10 J	-
11 K	-
12 L	-
13 M	-
14 N	Energia e sustento.
15 O	-
16 P	-
17 Q	As fibras que têm nos alimentos.
18 R	Ao bem-estar.

Fonte: Autoria própria, 2024.

Essa questão obteve apenas sete respostas que foram insatisfatória (38,89%), ou seja, dos estudantes que responderam de forma errônea, observou-se que a esses estudantes associavam aos carboidratos energia, alimentos, bem-estar etc., mas não conseguiam realmente elaborar uma definição de como essas moléculas fornecem energia e suportam diversas funções biológicas. Ademais, 61,11% dos estudantes não responderam a essa questão.

**Pergunta 15:** Quais problemas o consumo excessivo de carboidratos pode ocasionar ao ser humano? As respostas dos alunos a décima quinta questão estão descritas no quadro 25.

**Quadro 25.** Resposta referente a décima quinta pergunta do Pré-questionário.

<b>Aluno</b>	<b>Resposta descritiva</b>
1 A	Aumento do peso, pode causar diabetes entre outros.
2 B	Engordar.
3 C	Problemas com o peso e aumento das taxas sanguíneas.
4 D	-
5 E	Engordar talvez.
6 F	Problemas de saúde como diabete, colesterol, problemas de coração.

7 G	-
8 H	-
9 I	Não sei.
10 J	-
11 K	-
12 L	-
13 M	Podem gerar doenças serias e problemas.
14 N	Causar o mal funcionamento do corpo.
15 O	Obesidade e colesterol alto.
16 P	-
17 Q	Engordar.
18 R	-

Fonte: Autoria própria, 2024.

Analisando a pergunta, observa-se de acordo com quadro, que dois estudantes (11,11%) responderam que carboidrato em excesso não é bom porque pode causar o diabetes. Sete (38,89%) estudantes usaram respostas alternativas. E nove estudantes (50%) não responderam à pergunta. A ideia de que carboidrato engorda pode estar associada ao fato, dos estudantes não conhecerem as definições, composições, ou possuírem bases conceituais para determinar a função de cada nutriente.

Entretanto, é possível perceber algumas noções sobre a função dessa classe de alimentos no organismo, os quais interpretamos advir dos conhecimentos prévios obtidos do senso comum do cotidiano, principalmente de fontes midiáticas. No mesmo sentido se observa a afirmação “não é bom, pois vai causar mal funcionamento do corpo, muito carboidrato, que é capaz de começar a ficar acima do peso, o que faz mal para a saúde”, o qual expressa a ideia de que o carboidrato se acumula no organismo e esse acúmulo gera o excesso de peso, ignorando as transformações. Essas observações, levantadas pelos estudantes corroboram com o descrito por Ogasawara; de Souza Assai; Delamuta (2022).

## 4.2. ANÁLISE DO SEGUNDO MOMENTO PEDAGÓGICO

### 4.2.1. Primeira etapa

Na primeira etapa do segundo momento pedagógico realizou-se uma aula expositiva-dialogada introdutória com o objetivo de fazer uma explanação abrangente sobre a constituição dos alimentos, a energia liberada por cada tipo de biomolécula presente nos alimentos, abordou-se também sobre os conhecimentos científicos sobre síntese e degradação dos alimentos.

Nessa aula realizou-se alguns momentos com questionamentos e debates sobre o assunto que estava sendo explanado. Inicialmente apresentou-se a imagem do Homem vitruviano de Leonardo da Vinci por motivo dessa ter sido utilizada para o card (propaganda) da eletiva associada ao título “Os combustíveis da vida”. Perguntou-se aos alunos se eles sabiam o significado da obra e alguns alunos responderam dizendo que era apenas uma arte, ou disseram o nome do artista, mas não associaram ao real significado que se remete ao ideal de beleza e a harmonia nas proporções. Essa interpretação da obra remete muito aos padrões de corpo atual, no qual, as medidas são verificadas para analisar o que necessita realizar para aprimorar para tornar as proporções do corpo harmônicas para que se possa conquistar o tão sonhado corpo perfeito almejado por diversos jovens.

Em seguida os seguintes questionamentos foram realizados no decorrer da aula: “Por que precisamos nos alimentar para sobreviver?”, “Os alimentos podem ser considerados combustíveis?”, todas essas perguntas foram debatidas de forma que os estudantes percebessem a presença da química em cada situação. Ainda durante essa aula os estudantes receberam chocolate para degustarem, analisarem o rótulo e responderem a seguinte pergunta: “Qual a constituição do chocolate Ouro branco?”. Para responderem os alunos tiveram que analisar a quantidade por porção, bem como como valor energético.

Aproveitando esse momento projetou-se rótulos de outros alimentos, como arroz, leite para que os alunos pudessem verificar o que se alterava na composição do arroz branco, integral e parboilizado, bem como o leite integral e desnatado. Por fim, os alunos tiveram que analisar dois vídeos de propaganda do achocolatado Nescau (sendo um o primeiro vídeo lançado para essa marca e o outro mais recente), com o intuito de os estudantes responderem a seguinte indagação “A que Nescau se remete em suas propagandas?” e “O que se alterou na composição no decorrer dos anos, isso é, qual a diferença de um vídeo para o outro.

Nesse momento, os estudantes puderam expor suas interpretações, no qual, disseram que foi notório que marca em suas propagandas associa o achocolatado ao conceito de energia que utilizando as informações do rótulo do chocolate, eles associaram energia ao açúcar. E disseram que no segundo vídeo a empresa expõe que a quantidade de açúcares foram reduzidos e as fibras foram aumentadas. Essas observações promoveram um debate em que se falou sobre a necessidade de modificar os hábitos alimentares para evitar e minimizar doenças como diabetes, obesidade, colesterol e câncer de cólon. Os slides dessa aula encontram-se no Apêndice E.

Desse modo, percebe-se que essa atividade pode contribuir para a alfabetização científica dos estudantes, pois permite que os estudantes se deparem na sala de aula com situações presentes corriqueiramente no seu cotidiano, contribuindo assim, para os estudantes terem um olhar mais crítico e reflexivo sobre o que eles consomem. Esse momento foi bastante relevante, pois segundo Zômpero; Laburú (2016), pesquisas sobre Alfabetização Científica indicam que metade dos participantes não consegue relacionar o que aprendeu com situações reais. Além disso, muitos não conseguem interpretar rótulos ou ler tabelas, o que reflete a realidade escolar atual.

#### **4.2.2. Segunda etapa**

Na segunda etapa do segundo momento pedagógico realizou-se uma aula expositiva-dialoga que teve o intuito de expor aos estudantes a relação que os carboidratos apresentam com as reações primordiais para a manutenção da vida no Planeta Terra, que são a fotossíntese e a respiração celular. Sendo assim, foi de suma importância apresentar aos estudantes que os carboidratos se originam por meio de uma reação de síntese, denominada de fotossíntese, que ocorre com a redução do número de oxidação do carbono do  $\text{CO}_2$  presente na atmosfera e que em contato com a água e com fótons proveniente da energia solar produzem a glicose.

Por meio, dessa reação pode-se relembrar a classificação das reações químicas que nesse caso, é elencada como fotólise, por ocorrer mediante a presença de luz, bem como as reações de oxirredução e os processos termoquímicos associados ao calor, que nessa situação ocorre com absorção de energia, sendo assim classificada como endotérmica.

Em seguida, foi apresentado que o processo inverso a produção da glicose é a degradação, que ocorre por meio da reação respiração celular, nesse processo a glicose, produto da fotossíntese, torna-se reagente que em contato com o oxigênio do ar sofre oxidação, aumentando o número de oxidação do carbono da glicose e conseqüentemente quebra-se, libera

CO<sub>2</sub>, água e disponibiliza energia para o ser humano simplesmente viver e realizar as suas atividades. Essa reação de suma importância para os seres vivos pode ser classificada como reação de combustão por liberar CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O e energia, sendo assim, termodinamicamente é categorizada como um processo exotérmico. Os slides dessa aula encontram-se no Apêndice F.

Outros tópicos abordados foram a definição, a composição química básica dos carboidratos, os grupos funcionais e as funções orgânicas, sua classificação, suas funções no organismo, bem como as ligações glicosídicas originadas quando um monômero de carboidratos (monossacarídeo) interagem entre si, originando um novo grupo funcional e açúcares redutores ou não e conseqüentemente moléculas maiores. Esse segundo momento foi primordial para que os estudantes pudessem compreender os carboidratos de maneira mais aprofundada.

#### **4.2.3. Terceira etapa**

Nesta etapa os estudantes tiveram que realizar uma atividade em que eles teriam que realizar o reconhecimento dos grupos funcionais e conseqüentemente determinar as funções orgânicas, associando essas a suas respectivas biomoléculas (carboidrato, proteína ou lipídios). As moléculas presente no exercício (Apêndice G) foram o amido, a albumina, a glicose, a sacarose, a lactose, o óleo de soja, o ômega 3 e o colesterol e presente no organismo humano, como a insulina e a oxitocina.

Analisando as respostas dos estudantes percebe-se que dezesseis estudantes (88,89%) apresentaram respostas parcialmente satisfatória, dois estudantes (11,11%) respostas insatisfatória 12L e 14N. Nenhum estudante ficou sem responder a atividade e alguns apresentaram respostas muito próximas da categoria satisfatória, isso pode ser verificado por meio da atividade dos estudantes 1A, 3C, 4D e 10 K (Figura 19, 20, 21 e 22).

Figura 19. Atividade sobre funções orgânicas resolvida pelo aluno 1A.

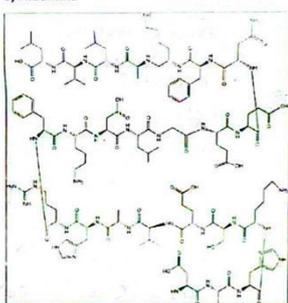
Escola de Referência em Ensino Médio José Pereira Burgos  
Disciplina: Eletiva – OS COMBUSTÍVEIS DA VIDA

Aluno (a): \_\_\_\_\_

**EXERCÍCIO SOBRE IDENTIFICAÇÃO DE FUNÇÕES BIOQUÍMICAS E GRUPOS FUNCIONAIS**

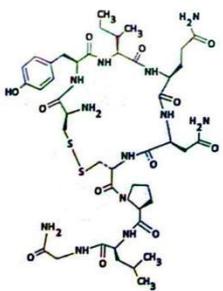
1 - Nas moléculas abaixo, determine a função bioquímica e os grupos funcionais.

c) Albumina



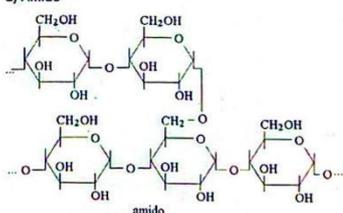
- Função bioquímica: Transporte de substâncias
- Grupos funcionais: amino e carboidrato

a) Oxitocina



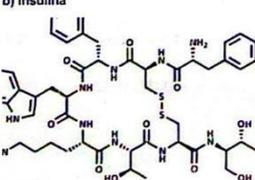
- Função bioquímica: Regulação hormonal
- Grupos funcionais: grupos amino e grupo carboidrato

d) Amido



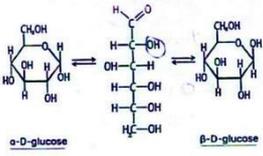
- Função bioquímica: Fonte de energia
- Grupos funcionais: éster, hidroxila e OH

b) Insulina



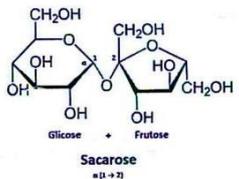
- Função bioquímica: regulação hormonal
- Grupos funcionais: hidroxila, amina e grupo amina

e) Glicose



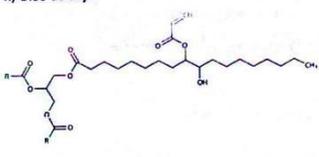
- Função bioquímica: energia metabólica
- Grupos funcionais: hidroxila e éster

f) Sacarose



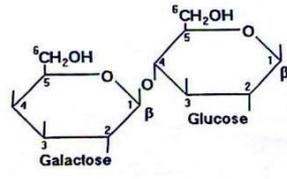
- Função bioquímica: energia (carboidrato)
- Grupos funcionais: hidroxila e carboidrato

h) Óleo de soja



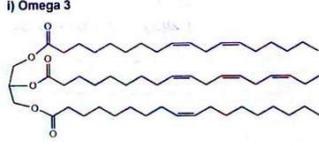
- Função bioquímica: Fonte energética
- Grupos funcionais: éster, hidroxila e carboidrato

g) Lactose



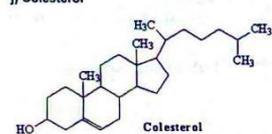
- Função bioquímica: armazenamento de energia
- Grupos funcionais: hidroxila

i) Ômega 3



- Função bioquímica: estrutura e suporte
- Grupos funcionais: carboidrato e ligação dupla

j) Colesterol



- Função bioquímica: energia metabólica
- Grupos funcionais: hidroxila

Figura 20. Atividade sobre funções orgânicas resolvida pelo aluno 3C.

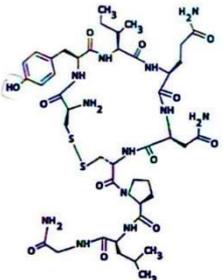
Escola de Referência em Ensino Médio José Pereira Burgos  
 Disciplina: Eletiva – OS COMBUSTÍVEIS DA VIDA  
 Prof.ª: Maria Beatriz de Moraes

Aluno (a): \_\_\_\_\_

**EXERCÍCIO SOBRE IDENTIFICAÇÃO DE FUNÇÕES BIOQUÍMICAS E GRUPOS FUNCIONAIS**

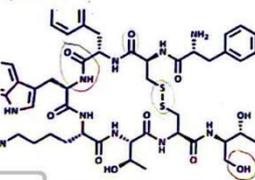
1 - Nas moléculas abaixo, determine a função bioquímica e os grupos funcional.

**a) Oxitocina**



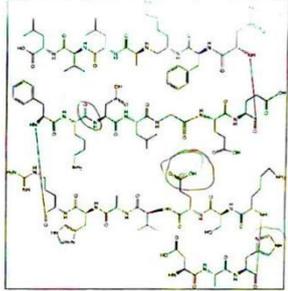
- Função bioquímica: Proteína
- Grupos funcionais: Amida  
Fenol  
Amônio

**b) Insulina**



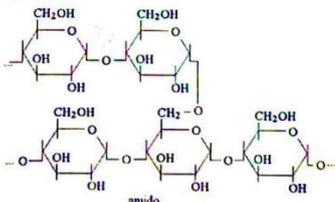
- Função bioquímica: Proteína
- Grupos funcionais: Alcool  
Amida

**c) Albumina**



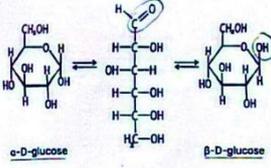
- Função bioquímica: Proteína
- Grupos funcionais: Proteína  
Amida

**d) Amido**



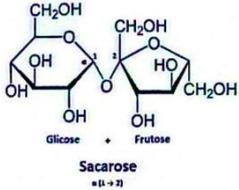
- Função bioquímica: Carboidrato
- Grupos funcionais: Alcool

**e) Glicose**



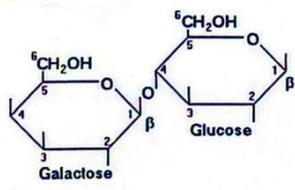
- Função bioquímica: Carboidrato
- Grupos funcionais: Alcool

**f) Sacarose**



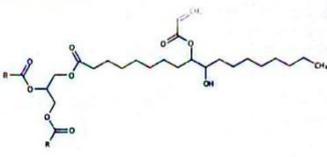
- Função bioquímica: Carboidrato
- Grupos funcionais: Alcool  
Alceno  
Aldeído

**g) Lactose**



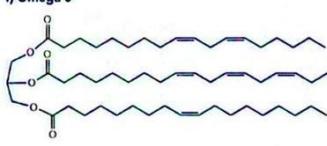
- Função bioquímica: Carboidrato
- Grupos funcionais: Alcool  
Aldeído

**h) Óleo de soja**



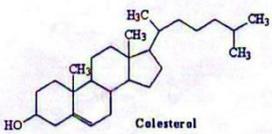
- Função bioquímica: lipídica
- Grupos funcionais: Alceno

**i) Ômega 3**



- Função bioquímica: lipídica
- Grupos funcionais: Alceno

**j) Colesterol**



- Função bioquímica: lipídica
- Grupos funcionais: Alcool

Fonte: Autoria própria, 2024.

Verifica-se que o aluno 1A atrelou a função bioquímica a função que a molécula realiza no organismo e não a biomolécula. Para a molécula do amido o estudante acertou parcialmente, pois misturou o grupo funcional “hidroxila” com a função orgânica “éter”, além de ter adicionado o éster que não se faz presente nessa molécula. Para as moléculas de glicose, sacarose e lactose apenas grupos funcionais foram atribuídos nas respostas, no entanto, para a glicose foi confundido o aldeído com cetona e nas demais faltou os grupamento éter.

Os demais estudantes utilizaram a biomolécula para responder o tópico função bioquímica, nessa parte apenas o estudante 10 K (Figura 22) cometeu um equívoco na classificação molécula de amido atribuindo a essa a categoria de proteína, mas todas as demais foram corretas. Percebeu-se que apenas o estudante 10 K apresentou corretamente os grupos funcionais álcool e éter para as moléculas de carboidratos. Enquanto 3C (Figura 20) e 4D (Figura 21), assim como os demais informou como grupos funcionais apenas álcool e aldeído ou álcool, aldeído e cetona, ou seja, eles conseguiram compreender que carboidratos essas funções, mas esqueceram que quando os monossacarídeos interagem o aldeído ou cetona interagem com uma molécula de álcool e origina um éter.

Figura 21. Atividade sobre funções orgânicas resolvida pelo aluno 4D.

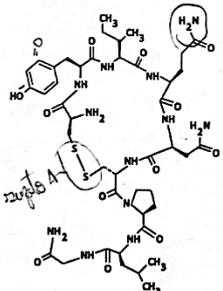
Escola de Referência em Ensino Médio José Pereira Burgos  
Disciplina: Eletiva – OS COMBUSTÍVEIS DA VIDA  
Prof.ª: Maria Beatriz de Moraes

Aluno (a): \_\_\_\_\_

**EXERCÍCIO SOBRE IDENTIFICAÇÃO DE FUNÇÕES BIOQUÍMICAS E GRUPOS FUNCIONAIS**

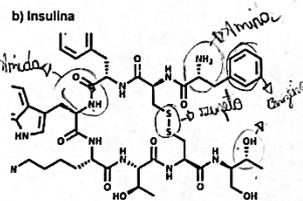
1 - Nas moléculas abaixo, determine a função bioquímica e os grupos funcional.

**a) Oxitocina**



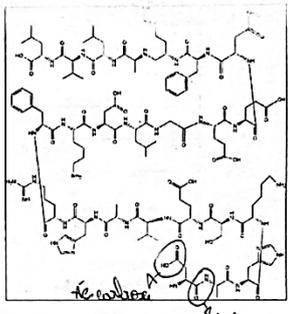
- Função bioquímica: Proteína
- Grupos funcionais: amida, cetona, amina, sulfeto

**b) Insulina**



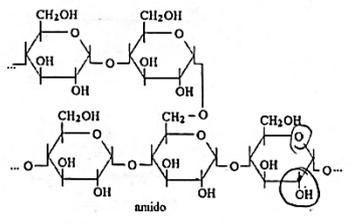
- Função bioquímica: Proteína
- Grupos funcionais: amida, álcool, sulfeto, amina

**c) Albumina**

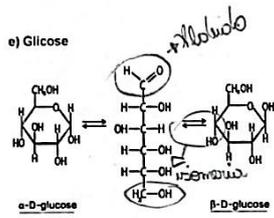


- Função bioquímica: Proteína
- Grupos funcionais: Amina, ácido carboxílico

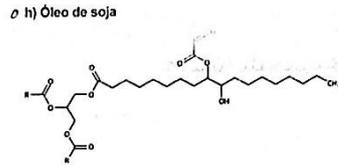
**d) Amido**



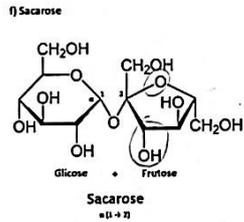
- Função bioquímica: Carboidrato
- Grupos funcionais: Álcool, éter, aldeído



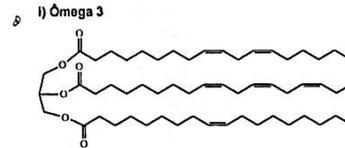
- Função bioquímica: Carboidrato
- Grupos funcionais: Alcôido, Alcool



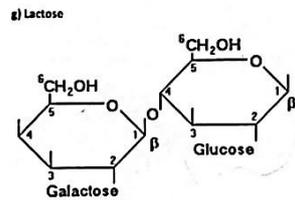
- Função bioquímica: Lipídico
- Grupos funcionais: Éster



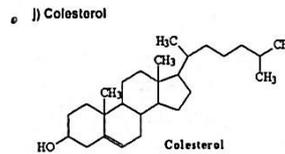
- Função bioquímica: Carboidrato
- Grupos funcionais: Alcool, éter, alcôido



- Função bioquímica: Lipídico
- Grupos funcionais: Éster



- Função bioquímica: Carboidrato
- Grupos funcionais: Alcôido, Alcool



- Função bioquímica: Lipídico
- Grupos funcionais: Alcool

Fonte: Autoria própria, 2024.

Figura 22. Atividade sobre funções orgânicas resolvida pelo aluno 10K.

Escola de Referência em Ensino Médio José Pereira Burgos  
 Disciplina: Eletiva – OS COMBUSTÍVEIS DA VIDA  
 Prof.ª: Maria Reatriz da Moraes

Aluno (a): \_\_\_\_\_

**EXERCÍCIO SOBRE IDENTIFICAÇÃO DE FUNÇÕES BIOQUÍMICAS E GRUPOS FUNCIONAIS**

1 - Nas moléculas abaixo, determine a função bioquímica e os grupos funcionais.

a) Oxitocina

- Função bioquímica: Proteína
- Grupos funcionais: amino, amida, fenol

b) Insulina

- Função bioquímica: Proteína
- Grupos funcionais: amido, amino, álcool

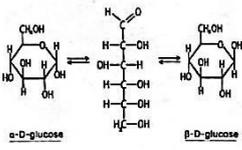
c) Albumina

- Função bioquímica: Proteína
- Grupos funcionais: amida, amina

d) Amido

- Função bioquímica: Proteína
- Grupos funcionais: éster, álcool

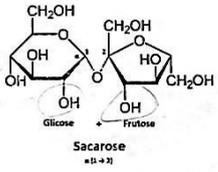
a) Glicose



• Função bioquímica: Carboidrato

• Grupos funcionais: Alcool  
amida

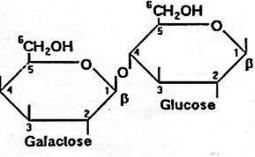
b) Sacarose



• Função bioquímica: Carboidrato

• Grupos funcionais: Alcool

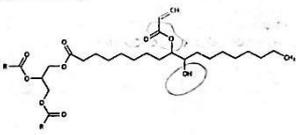
c) Lactose



• Função bioquímica: Carboidrato

• Grupos funcionais: Alcool  
eter

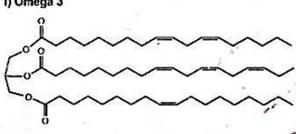
h) Óleo de soja



• Função bioquímica: lipídico

• Grupos funcionais: álcool  
éster

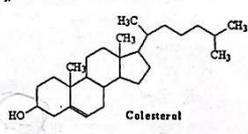
i) Ômega 3



• Função bioquímica: lipídico

• Grupos funcionais: éster  
álcool

j) Colesterol



• Função bioquímica: lipídico

• Grupos funcionais: álcool

Fonte: Autoria própria, 2024.

Com essa análise pode-se considerar que apesar de nenhum estudante ter respondido satisfatoriamente, a atividade foi válida, visto que todos responderam e que a maioria em atribuiu respostas coerente com a literatura em uma ou mais de uma molécula.

#### 4.2.4. Quarta etapa

Nesta quarta etapa atividade foi estruturada em formato de Quiz e tinha o objetivo de recapitular e avaliar o conhecimento adquiridos pelos alunos no decorrer da sequência. Esse Quiz contava com um total de 15 perguntas que versava sobre definição, funções orgânicas, composição e classificação dos carboidratos. A atividade foi desenvolvida na plataforma Kahoot na versão gratuita, essa ferramenta pedagógica pode ser classificada como gamificação por ter sido desenvolvida em formato de jogo utilizando as TDICs (Tecnologias Digitais da Informação e comunicação) e teve a finalidade de avaliar de forma dinâmica e competitiva os estudantes.

Essa etapa da sequência foi realizada no laboratório de informática evitar problemas associados ao acesso ou oscilação da internet durante o desenvolvimento da atividade ou até mesmo à falta de interesse dos alunos, possibilitando assim, a participação de todos os alunos. Todas as perguntas do Quiz estão elencadas no Apêndice H, o resultado do jogo pode ser verificado pela Figura 23 que apresenta o pódio dos três primeiros lugares, ou seja, dos alunos que obtiveram o maior número de acertos.

Os estudantes que ocupam o primeiro e o segundo lugar são respectivamente os estudantes 1A e 2B, alunos que apresentavam conhecimentos prévios, bem como o melhor desempenho no decorrer da eletiva e o terceiro lugar é o estudante 5E, que apresentava conhecimentos prévios insatisfatórios, mas que obteve um bom desempenho com a aplicação da eletiva.

O emprego do Quis como atividade avaliativa teve seu objetivo pedagógico alcançado, uma vez que os estudantes demonstraram motivação para participar. O jogo se mostrou bastante dinâmico, exigindo que os alunos apresentassem espírito de cooperação para se adaptarem às regras, como o tempo cronometrado e a agilidade, elementos que, juntamente com os acertos, acumulavam pontos. Esses critérios, estão alinhados com a visão de Cunha (2012), que destaca que jogos pedagógicos estimulam o engajamento dos alunos, incentivam a tomada de decisões e a ação independente, além de promoverem a colaboração e o trabalho coletivo.

**Figura 23.** Pódio do jogo didático sobre carboidratos denominados Os combustíveis da vida. Desenvolvido na plataforma Kahoot.



Fonte: Autoria própria, 2024.

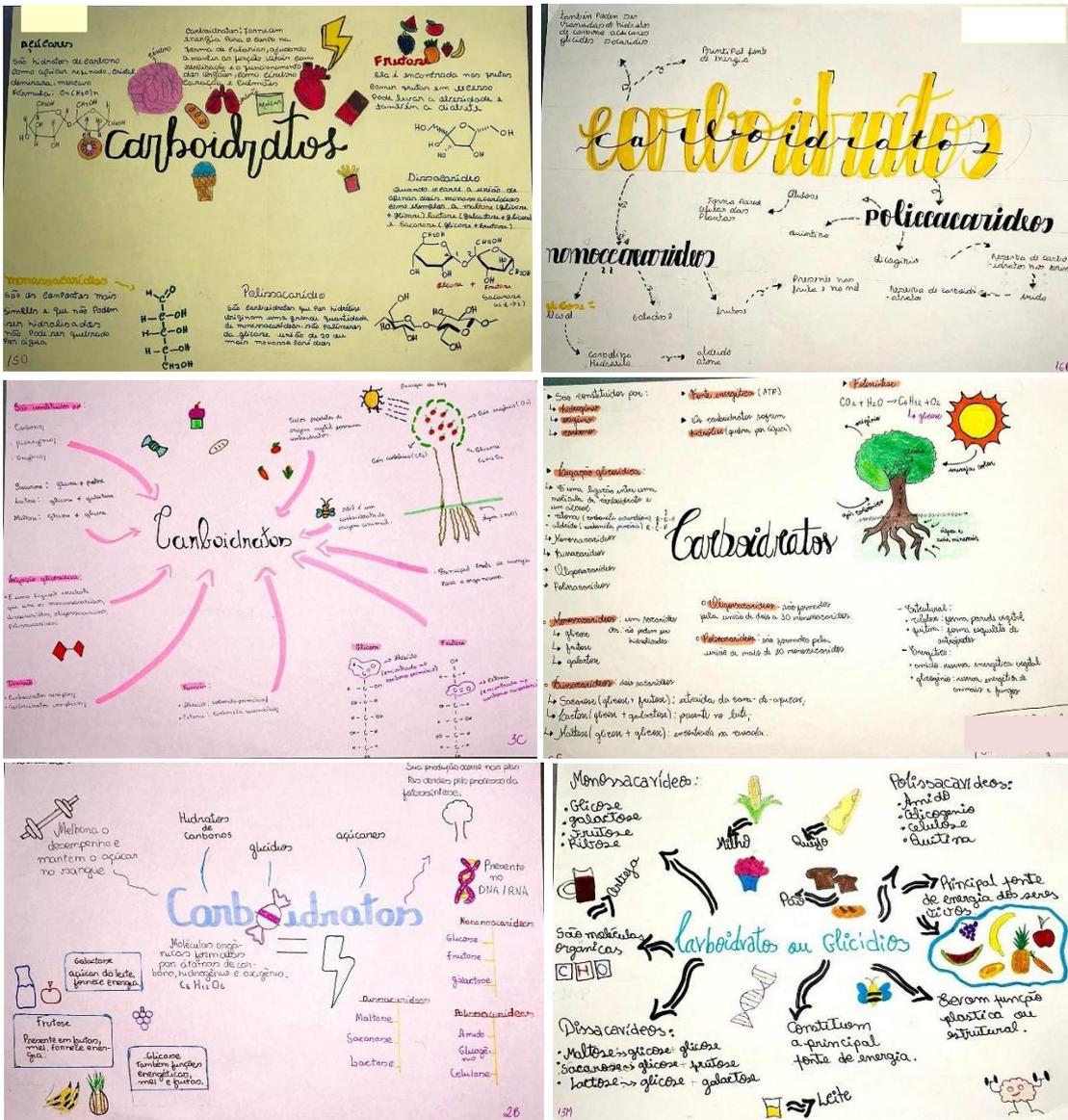
#### 4.2.5. Quinta etapa

Nesta etapa os estudantes tiveram que desenvolver mapa mental, sobre definição, funções orgânicas, composição e classificação dos carboidratos. Esse momento foi relevante

para que eles pudessem empregar e organizar os conhecimentos adquiridos nas aulas anteriores. Para isso, foi disponibilizado aos estudantes uma folha de papel A4 para a produção manual e uma nuvem de palavra e imagens (Figura 24) que foi projetada no quadro.

Analisando os mapas mentais desenvolvidos verificou-se que dez estudantes (55,55%) conseguiram elencar os tópicos que foram solicitados, sendo assim, apresentaram resultados satisfatórios. Os outros oito estudantes (44,45%) desenvolveram os mapas, mas abordando parcialmente os tópicos solicitados, ou seja, deixaram de contemplar algum dos tópicos (definição, funções orgânicas, composição e classificação dos carboidratos) em sua atividade, como verifica-se na Figura 24, por meio dos mapas mentais desenvolvidos pelos alunos 150, 16 P, 3C, 6F, 2B e 13M.

Figura 24. Mapas mentais desenvolvidos respectivamente pelos alunos 150, 16 P, 3C, 6F, 2B e 13M.



Fonte: Autoria própria, 2024.

Em suma, essa atividade foi bastante relevante para os estudantes, pois eles tiveram um momento para relembrar o que foi vivenciado e transferir de forma concisa e organizada para o papel. Sendo assim, essa atividade apresentou o que é inferido por Gomes et al. (2022), o mapa mental é uma abordagem inovadora para apresentar conteúdos, organizando informações de forma centralizada e ramificada, favorecendo uma aprendizagem significativa. Baseado na Teoria de Aprendizagem Significativa de Ausubel, percebe-se que o mapa mental facilita a integração do conhecimento prévio com o novo, promovendo a construção de novos significados (AUSUBEL, 2003; MOREIRA, 2012).

Sendo assim, o mapa mental pode ser utilizado para revisão, organização de conceitos e estimulação da criatividade, pode ser feito manualmente ou digitalmente, funcionando como recurso complementar (GALANTE, 2013; SILVA e MACEDO, 2015; COSTA et al., 2022). Estudos indicam que mapas mentais ajudam na compreensão de conteúdos, na química geral, são preferidos por muitos alunos devido à sua eficácia na organização e fixação de conceitos (SANTOS et al., 2020; SANTOS, 2021).

#### **4.2.6. Sexta etapa**

Na sexta etapa, foi ministrada uma aula expositiva sobre as técnicas e experimentos utilizados para a identificação de carboidratos, nos quais foram apresentados os seis experimentos que os estudantes realizariam no laboratório. Os experimentos abordados foram Benedict, Barfoed, Molisch, Tollens, Seliwanoff e Lugol, que identificam, respectivamente, açúcares redutores, monossacarídeos, carboidratos em geral, aldoses, cetoses e o polissacarídeo amido. Os slides apresentados nessa aula se encontram no Apêndice J.

Durante essa fase, o objetivo foi destacar a relevância dos testes químicos na análise dos carboidratos, seja para detectar a presença de polissacarídeo amido em alimentos e, assim, verificar se produtos como iogurtes, danones, queijos ou creatinas foram adulterados, ou para quantificar a presença de açúcares redutores na urina ou no sangue — técnica utilizada por um longo período para diagnosticar diabetes. Também foi abordada a detecção de anomalias metabólicas, como frutoseúria essencial e pentoseúria essencial, por meio do teste de Seliwanoff.

Além disso, buscou-se evidenciar como os reagentes específicos, como o de Tollens, permitem identificar alimentos com função aldeído, o de Barfoed para monossacarídeos, e o de Molisch para detectar carboidratos em geral.

#### 4.2.7. Experimentação investigativa

Os alimentos descritos no quadro 2 foram testados pelos reagentes de Benedict, Barfoed, Molisch, Tollens, Seliwanoff e Iugol. Os experimentos foram realizados no laboratório de química da Escola de Referência em Ensino Médio José Pereira Burgos.

- **Experimento com reagente de Benedict**

O quadro 26 mostra os resultados obtidos pelos alunos após a realização dos testes realizados com o reagente de Benedict nos alimentos testados. Utilizou-se a glicose isolada, frutose isolada, lactose isolada e amido comum, com substâncias padrão com o objetivo de verificar confiabilidade do reagente obtendo resultado positivo para a presença de açúcar redutor para todas as substâncias. Esse resultado para o amido pode ter sido originado devido ao aquecimento do amido com água ocasionando hidrólise, produzindo assim, monossacarídeos, pois o amido por ser um polissacarídeo, polímero de glicose, não apresenta grupos carbonílico e cetônicos livres, sendo assim um açúcar não redutor.

Isso pode ser observado também pelas colorações das amostras, pois para o amido solúvel a cor resultante após o teste foi laranja e não vermelho o que indica que essa amostra apresentava pouco açúcar redutor.

**Quadro 26.** Resultado das amostras após a realização do teste com Reagente de Benedict.

Alimento	Tube	Açúcar redutor	Açúcar não redutor	Coloração
Glicose isolada	1	X		Vermelho
Lactose isolada	2	X		Vermelho
Frutose isolada	3	X		Vermelho
Amido solúvel	4	X		Laranja
Açúcar comum	5	X		Laranja
Adoçante	6		X	Verde
Refrigerante (soda limonada)	7	X		Laranja
Água de coco	8	X		Laranja
Caldo de cana	9	X		Amarelo
Suco de maçã natural	10	X		Vermelho
Suco de uva industrializado diluído	11	X		Laranja
Pão diluído em água	12	X		Laranja

Fonte: Autoria própria (2024).

O reagente de Benedict é uma solução que permite a identificação de açúcares redutores em todos os monossacarídeos e alguns dissacarídeos pela mudança de coloração da solução azul para amarelo, laranja ou vermelho. A partir dos ensaios realizados foi constatado que entre os alimentos testados, os que apresentaram resultados negativo, para a presença de açúcares redutores, foi apenas o adoçante. Esses resultados foram confirmados posteriormente ao se estudar a composição química desses alimentos.

Após a análise da composição química desses alimentos, verificou-se que o açúcar comum que tem como principal composição química a sacarose, um açúcar não redutor, apresentou resultado positivo, que foi originado devido à pequena quantidade de glicose e frutose no produto comercial (menos de 1%) (OLIVEIRA et al., 2006). Para a água de coco, o caldo de cana e suco natural de maçã, a glicose foi responsável pelo resultado positivo (LUCAS; SILVA; DORO, 2008), assim como no refrigerante soda limonada, suco de uva diluído e o pão diluído. Esse último apresenta como composição química o amido, um polissacarídeo, açúcar redutor, mas que semelhante ao amido isolado, sofreu hidrólise liberando monossacarídeos, como por exemplo a glicose.

O único alimento que apresentou resultado negativo foi o refrigerante soda limonada, por não conter açúcar redutor em sua composição. O adoçante que apresenta sacarina sódica e sucralose, no qual o primeiro adoçante artificial tem poder adoçante 200 vezes maior que o açúcar comum (PORFÍRIO; OLIVEIRA, 2006).

Com os resultados obtidos pelos alunos, Figura 25, após a realização do experimento verificou-se que a grande parcela dos testes realizados obtiveram resultados esperado pela literatura, com exceção do teste com o açúcar comum e pão diluído, pois deveriam ter apresentados negativos, mas que em virtude da hidrólise do amido e liberação de monossacarídeos presente nesses alimentos apresentaram resultado positivo.

**Figura 25.** Identificação de açúcares redutores. (a) Numeração e inserção das amostras nos tubos. (b) Inserção do reagente de Benedict. (c) Aquecimento em água fervente. (d) Análise das colorações.



Fonte: Autoria própria, 2024.

- **Experimento com reagente de Barfoed**

O quadro 27 mostra os resultados obtidos pelos alunos após a realização dos testes realizados com o reagente de Barfoed nos alimentos testados. O reagente de Barfoed é uma solução que permite a identificação de monossacarídeos. Utilizou-se a glicose isolada, frutose isolada, lactose isolada e amido comum, como substâncias padrão com o objetivo de verificar confiabilidade do reagente obtendo resultado positivo para a presença de monossacarídeo para a glicose e frutose, convergindo assim, com os dados da literatura.

Segundo Nelson; Cox (2014), os monossacarídeos, ou açúcares simples, são constituídos por uma única unidade poli-hidroxiketona ou poli-hidroxialdeído, como os monossacarídeos de seis carbonos, glicose e frutose.

**Quadro 27.** Resultado das amostras após a realização do teste com Reagente de Barfoed.

<b>Alimento</b>	<b>Tubo</b>	<b>Monossacarídeo</b>	<b>Dissacarídeo</b>	<b>Coloração</b>
Glicose isolada	1	X		Vermelho
Lactose isolada	2		X	Azul
Frutose isolada	3	X		Vermelho
Amido solúvel	4		X	Azul
Açúcar comum	5	X		Vermelho
Adoçante	6		X	Azul
Refrigerante (soda limonada)	7	X		Vermelho
Água de coco	8	X		Vermelho
Caldo de cana	9	X		Vermelho
Suco de maçã	10	X		Vermelho
Suco de uva diluído	11	X		Vermelho
Pão diluído em água	12		X	Azul

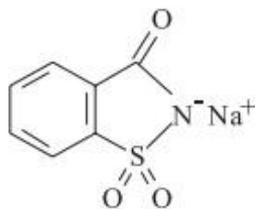
Fonte: Autoria própria (2024).

A partir dos ensaios realizados foi constatado que entre os alimentos testados, os que apresentaram resultados positivo para a presença de monossacarídeos adquiriram formação de precipitado de coloração vermelha na solução após o aquecimento. Os alimentos que testaram positivo foram: o açúcar, o refrigerante, a água de coco, o caldo de cana, o suco de maçã e o suco de uva.

Após a análise da composição química desses alimentos, verificou-se que o açúcar comum e o caldo da cana de açúcar tem como principal composição química a sacarose, um dissacarídeo, constituído pelos açúcares de seis carbonos D-glicose e D-frutose (Nelson; Cox, 2014). Sendo assim, deveria ter apresentado resultado negativo, que foi originado devido à pequena quantidade de glicose e frutose no produto comercial (menos de 1%) (OLIVEIRA et al., 2006).

Para a água de coco, o suco natural de maçã, refrigerante soda limonada e suco de uva diluído, os açúcares responsáveis pelo resultado positivo foram, a glicose e a frutose (LUCAS; SILVA; DORO, 2008) (CANO et al., 2023).

Os alimentos que apresentaram resultados negativo foram o adoçante e o pão. Esse resultado foi fidedigno para sacarina sódica, pois a molécula responsável por adoçar artificialmente os alimento não apresentar carboidratos em sua estrutura molecular, sendo assim, não apresentar as funções aldeído, cetona e poli álcoois, figura 26.

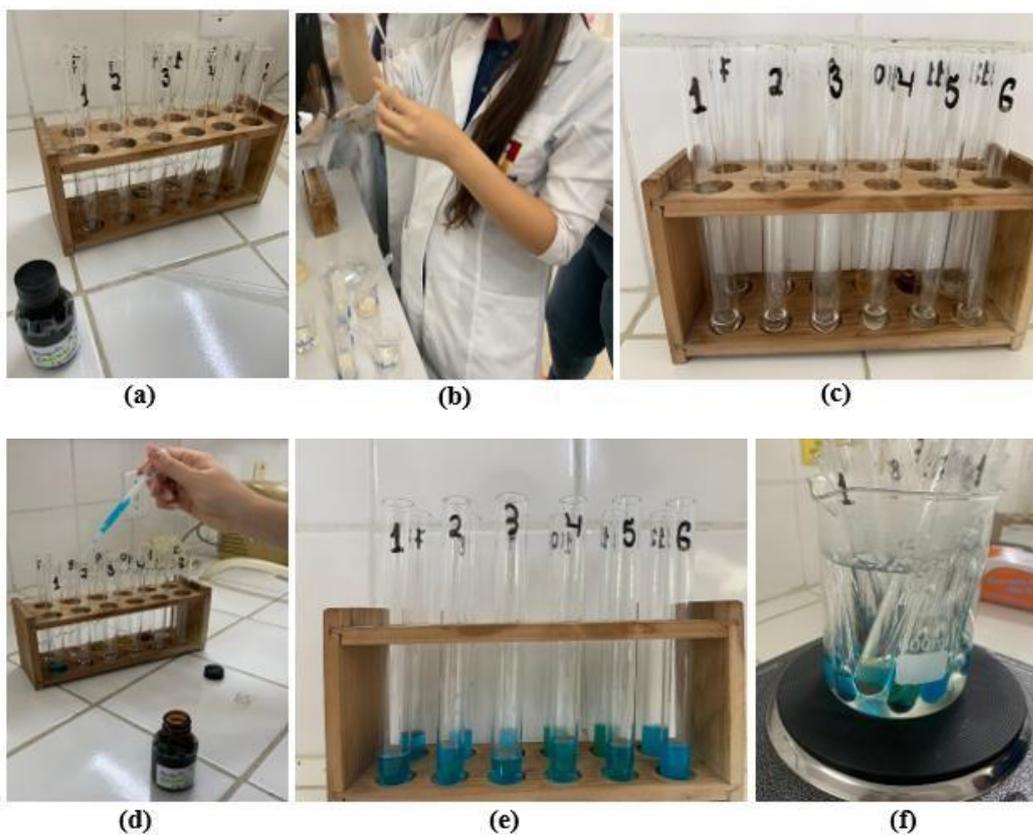
**Figura 26.** Estrutura da sacarina sódica.

Fonte: ASSUMPÇÃO (2008).

Já para o pão diluído esperava-se resultado positivo e não foi obtido, pois mesmo o pão contendo amido em sua composição devido a reação de hidrólise promovida pela diluição ou pelo aquecimento libera do amido monossacarídeos que proporcionariam resultado positivo.

Com os resultados obtidos pelos alunos, Figura 27, após a realização do experimento verificou-se que a grande parcela dos testes realizados obtiveram resultados esperado pela literatura, com exceção do teste com o pão diluído, pois deveria ter apresentados positivo, mas que em virtude da alta concentração de amido nesse alimentos ou erro de na observação do teste apresentou resultado negativo.

**Figura 27.** Identificação de monossacarídeos. (a) Enumeração dos tubos. (b) Inserção das amostras. (c) Amostras. (d) Adição do reagente de Barfoed. (e) Coloração das amostras com o reagente. (f) Aquecimento da mistura em água fervente e formação de precipitado vermelho. (g) e (h) Amostras após o aquecimento, coloração azul resultado negativo e coloração azul com formação de precipitado.





Fonte: Autoria própria, 2024.

- **Experimento com reagente de Molisch**

O quadro 28 mostra os resultados obtidos pelos alunos após a realização dos testes realizados com o reagente de Molisch nos alimentos testados. O reagente de Molisch é uma solução que permite a identificação de carboidratos em geral. Utilizou-se a glicose isolada, frutose isolada, lactose isolada e amido comum, como substâncias padrão com o objetivo de verificar confiabilidade do reagente obtendo resultado positivo para a presença de carboidratos em geral para todas as substâncias, convergindo assim, com os dados da literatura.

**Quadro 28.** Resultado das amostras após a realização do teste com Reagente de Molisch.

Alimento	Tubo	Reage	Não reage	Coloração
Glicose isolada	1	X		Formação do anel lilás
Lactose isolada	2	X		Formação do anel lilás
Frutose isolada	3	X		Formação do anel lilás
Amido solúvel	4	X		Formação do anel lilás
Açúcar comum	5	X		Formação do anel lilás
Adoçante	6		X	Não ocorreu formação do anel lilás
Refrigerante (soda limonada)	7	X		Formação do anel lilás
Água de coco	8	X		Formação do anel lilás
Caldo de cana	9	X		Formação do anel lilás
Suco de maçã	10		X	Não ocorreu formação do anel lilás
Suco de uva diluído	11	X		Formação do anel lilás
Pão diluído em água	12	X		Formação do anel lilás

Fonte: Autoria própria (2024).

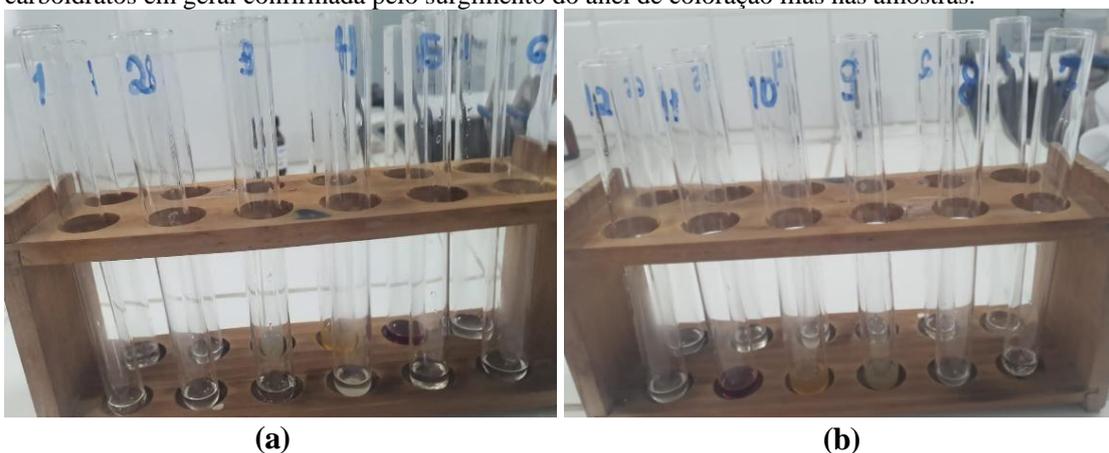
A partir dos ensaios realizados foi constatado que entre os alimentos testados, os que apresentaram resultados positivo para a presença de carboidratos em geral apresentaram no produto formado um anel de pigmentação lilás. Os únicos alimentos que não apresentaram resultado positivo foi o adoçante e o suco de maçã.

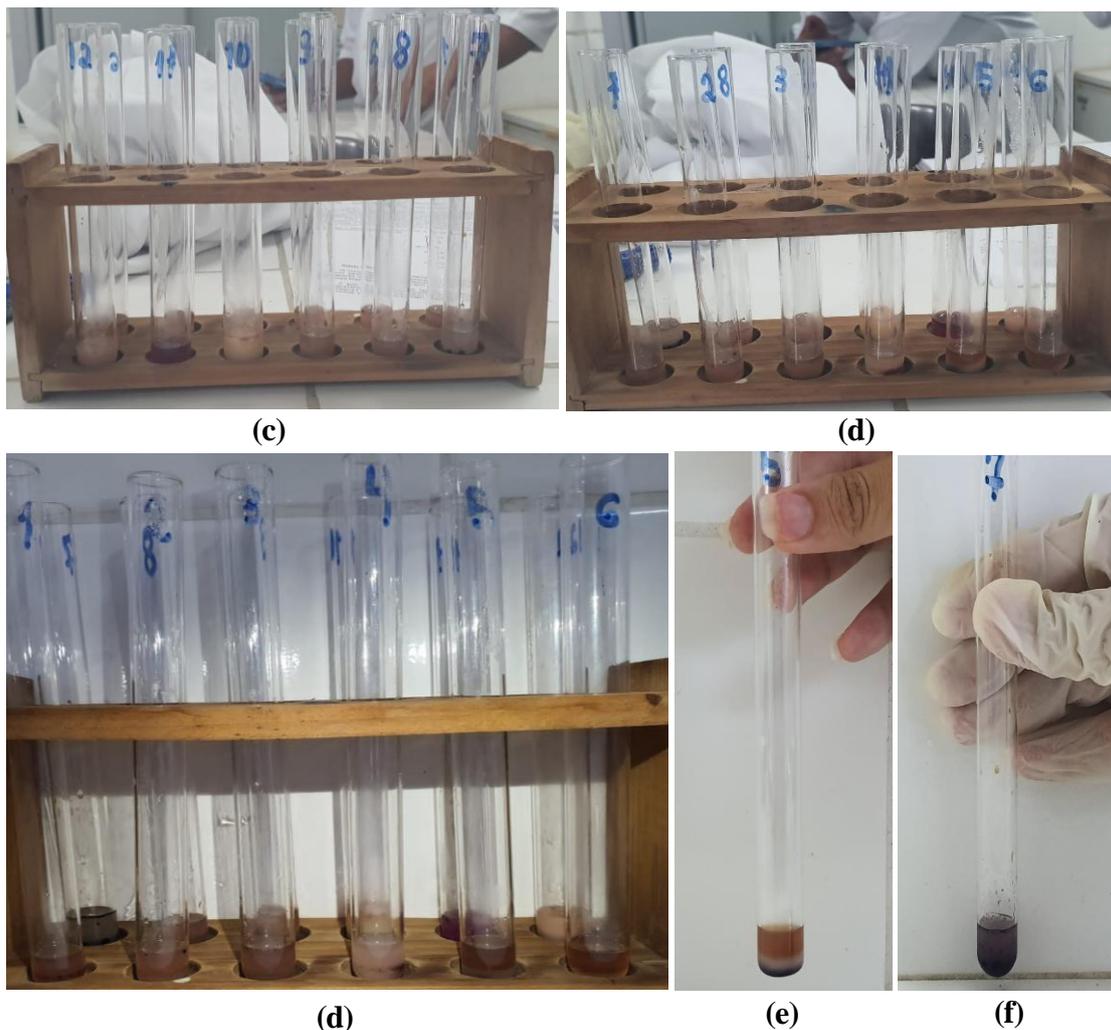
Esse resultado foi fidedigno para sacarina sódica, pois a molécula responsável por adoçar artificialmente os alimentos não apresenta carboidratos em sua estrutura molecular, sendo assim, não apresenta as funções aldeído, cetona e poli álcoois. Sendo assim, o adoçante não apresentou resultado positivo por não apresentar carboidratos em sua composição (ASSUMPÇÃO, 2008).

Já para o suco de maçã esperava-se resultado positivo e não foi obtido, pois o suco de maçã contém em sua composição, a frutose, a glicose e a sacarose, isto é, apresenta monossacarídeos e dissacarídeos que são carboidratos, sendo assim, não deveria ter originado resultado negativo.

Com os resultados obtidos pelos alunos, Figura 28, após a realização do experimento verificou-se que a grande parcela dos testes realizados obtiveram resultados esperados pela literatura, com exceção do teste com o suco de maçã, pois deveria ter apresentado positivo, mas que em virtude de um possível erro de observação do teste apresentou resultado negativo.

**Figura 28.** Identificação carboidratos em geral. (a) e (b) Enumeração dos tubos e inserção das amostras. (c) e (d) Adição do reagente de Molish e coloração das amostras com o reagente. (e), (f) e (g) Resultados positivos para carboidratos em geral confirmados pelo surgimento do anel de coloração lilás nas amostras.





Fonte: Autoria própria, 2024.

- **Experimento com reagente de Tollens**

O quadro 29 mostra os resultados obtidos pelos alunos após a realização dos testes realizados com o reagente de Tollens nos alimentos testados. O reagente de Tollens é uma solução que permite a identificação da função orgânica aldeído. Segundo os testes realizados pelos estudantes todas as substâncias padrões utilizadas que foram a glicose isolada, frutose isolada, lactose isolada e amido comum, apresentaram resultados positivo para a presença de aldeídos, divergindo assim, dos dados da literatura.

A amostra que apresentou erro na leitura da amostra foi a frutose isolada que apresenta carbonila secundária, isto é, função orgânica cetona, sendo assim, não reage com o teste de Tollens, não formando assim o espelho de prata como relatado pelos estudantes nos dados obtidos. Devido a hidrólise do amido por aquecimento em meio aquoso e conseqüentemente liberação da glicose, o resultado para essa amostra apresentou resultado positivo, sendo assim, um resultado verdadeiro, visto que a glicose apresenta na sua estrutura carbonila primária, ou

seja, presença de aldeído que em contato com reagente de Tollens e posterior aquecimento resulta na formação do espelho de prata.

Obteve-se resultado positivo para glicose isolada e para a lactose. O resultado para a primeira amostra surgiu conforme os dados presentes na literatura devido carbonila primária da amostra reagir com teste e originar o espelho de prata. Mas já para a amostra da lactose esperava-se resultado negativo, visto que esse dissacarídeo não apresenta aldeído livre e para promover a hidrólise, quebra da ligação glicosídica que une a glicose e galactose, necessita-se de uma via enzimática ou química. Para a primeira reação necessita-se da lactase e para a segunda um meio ácido com PH inferior a 1,5 e temperatura elevada que atinja até 150°C (ALMEIDA et al., 2015).

Nenhum desses dois meios se fez presente no teste de Tollens, pois ele é obtido da reação entre o nitrato de prata ( $\text{AgNO}_3$ ) e o hidróxido de sódio ( $\text{NaOH}$ ) formando o complexo de íons prata (diamin prata –  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$ ) que possui caráter alcalino. Não promovendo assim, a hidrólise da lactose e liberação da glicose.

**Quadro 29.** Resultado das amostras após a realização do teste com Reagente de Tollens.

<b>Alimento</b>	<b>Tubo</b>	<b>Aldeído</b>	<b>Cetona</b>	<b>Coloração</b>
Glicose isolada	1	X		Prata
Lactose isolada	2	X		Prata
Frutose isolada	3	X		Prata
Amido solúvel	4	X		Prata
Açúcar comum	5	X		Prata
Adoçante	6	X		Prata
Refrigerante (soda limonada)	7	X		Prata
Água de coco	8	X		Prata
Caldo de cana	9		X	Marrom
Suco de maçã	10	X		Prata
Suco de uva diluído	11		X	Marrom
Pão diluído em água	12		X	Vermelho

Fonte: Autoria própria (2024).

A partir dos ensaios realizados foi constatado que entre os alimentos testados, os que apresentaram resultados positivo para a presença de aldeído foram açúcar comum, adoçante, refrigerante, água de coco e suco de maçã. Com exceção do adoçante todas as outras amostras contém glicose na composição que apresenta aldeído presente na estrutura produzindo assim, resultado positivo que é confirmado pela presença do espelho de prata, o açúcar contém o dissacarídeo sacarose que sofre hidrólise e libera glicose e conseqüentemente resultado positivo.

O resultado positivo para o adoçante pode ter sido produzido pelo grupamento aldeído presente na sacarina sódica, figura 29. Já para o caldo de cana, suco de uva e pão diluído esperava-se resultado positivo e não foi obtido, pois as duas primeiras amostras contém glicose e pão contém em sua composição, o amido, um polissacarídeo que ao sofrer reação de hidrólise libera dessa estrutura moléculas de glicose

Com os resultados obtidos pelos alunos, Figura x, após a realização do experimento verificou-se que os testes realizados com as amostras de glicose isolada, amido, açúcar, refrigerante, água de coco e suco de maçã obtiveram resultados esperado pela literatura, porém as amostras de frutose isolada, lactose, adoçante, caldo de cana, suco de uva e pão diluído apresentaram resultados divergentes do esperado que pode ter ocorrido devido um possível erro na observação do teste.

**Figura 29.** Reação de identificação de aldeídos. (a) Aquecimento das amostras com o reagente de Tollens. (b) Resultados negativo para a amostra da esquerda e resultado positivo para a amostra da direita confirmada pela formação do anel espelho de prata. (c) Amostra com resultado positivo para aldeídos. (d) Resultado das amostras.



(a)

(b)

(c)



(d)

Fonte: Autoria própria, 2024.

- **Experimento com reagente de Seliwanoff**

O quadro 30 mostra os resultados obtidos pelos alunos após a realização dos testes realizados com o reagente de Seliwanoff s nos alimentos testados. O reagente de Seliwanoff é uma solução utilizada para verificar a presença do grupo funcional cetona, além disso é empregada para identificar respectivamente a presença de frutoses e pentoses na urina de indivíduos com de anomalias metabólicas.

**Quadro 30.** Resultado das amostras após a realização do teste com Reagente de Seliwanoff.

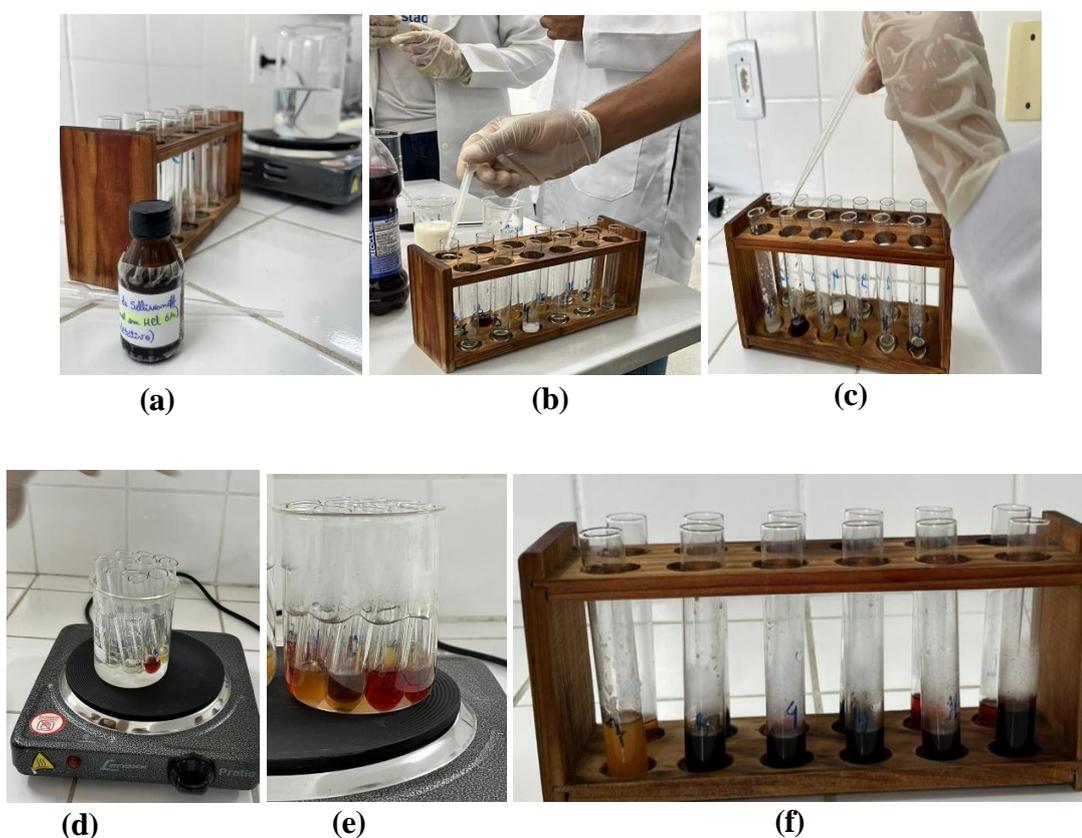
<b>Alimento</b>	<b>Tubo</b>	<b>Aldeído</b>	<b>Cetona</b>	<b>Coloração</b>
Glicose isolada	1			X
Lactose isolada	2	X		
Frutose isolada	3		X	
Amido solúvel	4		X	
Açúcar comum	5		X	
Adoçante	6			X
Refrigerante (soda limonada)	7			X
Água de coco	8			
Caldo de cana	9			
Suco de maçã	10	X		
Suco de uva diluído	11			X
Pão diluído em água	12			X

Fonte: Autoria própria (2024).

Analisando os testes realizados pelos estudantes verifica-se que os dados informados são inconsistentes, isso percebe-se pelas informação apresentada a cada amostra, para algumas o X é assinalado para aldeído ou cetona e para outras na coloração (Quadro X), esse último campo deveria ser preenchido com a cor e não com X. Sendo assim, consideramos que os resultados para esse experimento não pode ser analisado devido a falta de informações sobre as amostras.

Acreditamos que o não preenchimento das informações deve-se a não seriedade desse grupo em relação ao experimento, pois no início da aula, bem como na aula anterior foi instruído a todos os estudantes o que e como deveriam analisar as amostras (Figura 30) e responder as tabelas e questionamentos.

**Figura 30.** Reação de identificação de cetonas. (a) Materiais, vidrarias e reagentes. (b) Inserção das amostras (c) Adição do reagente de Seliwanoff. (d) Aquecimento das amostras com o reagente de Tollens. (e) Formação das colorações das amostras durante o aquecimento. (f) Resultado das amostras após a reação.



Fonte: Autoria própria, 2024.

- **Experimento com reagente de Lugol**

O quadro 31 mostra os resultados obtidos pelos alunos após a realização dos testes realizados com o reagente de lugol nos alimentos testados. O reagente de lugol é uma solução que permite identificar o polissacarídeo amido nos alimentos ou quantificar amilose.

**Quadro 31.** Resultado das amostras após a realização do teste com Reagente de Lugol.

<b>Alimento</b>	<b>Recipiente</b>	<b>Apresenta</b>	<b>Não apresenta</b>
Água	1		X
Pão	2	X	
Biscoito	3	X	
Açúcar	4		X
Aveia	5	X	
Maçã	6	X	
Flocos de milho	7	X	
Fécula de mandioca	8	X	
Batata	9	X	

Limão	10		X
Banana verde	11	X	
Banana madura	12		X
Leite	13		X
Arroz cozido	14	X	
Suco de uva	15		X
Danone	16	X	
Queijo coalho	18		X
Caldo de cana	19		X

Fonte: Autoria própria (2024).

A partir dos ensaios realizados foi constatado que entre os alimentos testados, os que apresentaram resultados positivo para a presença de amido foram o pão, biscoito, aveia, maçã, flocos de milho, fécula de mandioca, batata, banana verde, arroz cozido e danone (iogurte). Com exceção da maçã todas as outras amostras contém amido na composição, produzindo assim, resultado positivo que é confirmado pela modificação da coloração do iodo presente no reagente lugol de vermelho tijolo para azul escuro ou roxo.

O resultado positivo para a maçã foi divergente do esperado, pois na composição química os carboidratos presente são a glicose e a frutose, desse modo, o resultado pode ter surgido em decorrência da utilização do mesmo instrumento de corte utilizado na maçã ter sido utilizado em outro alimento que continha amido. Não era esperado resultado positivo para o danone (iogurte), pois na composição química do leite o único carboidrato presente é a lactose um dissacarídeo. Sendo assim, o amido não era para esta presente nessa amostra, pois não constava no rótulo do alimento e deveria ser informado como ao cliente como espessante.

Desse modo, a adição de amido a esse alimento ocorre com o objetivo de aumentar a consistência e cremosidade deste, mas se não for informado ao consumidor pode ser considerado adulteração do produto lácteo. No trabalho de Neto; Vieira (2021), verifica-se a importância de analisar a veracidade da rotulagem quanto à presença de amido em iogurtes, pois em seu estudo, ao analisarem iogurtes vendidos no sul de Santa Catarina, foi verificado que o resultado de 28 amostras analisadas apresentaram inconformidade, pois apenas 85,7% dos produtos declaravam amido como espessante, enquanto 89,3% testaram positivo para sua presença. Isso destaca a importância de análises para garantir a precisão das informações nos rótulos, evitando enganos para os consumidores.

O resultado negativo para presença de amido foi observado para a água, o açúcar comum, o limão, a banana madura, o leite, o queijo coalho, o suco de uva e o caldo de cana. Analisando a composição química desses alimentos pode-se inferir que o resultado obtido pelo

reagente é satisfatório, pois esses alimentos não apresenta apenas monossacarídeos e dissacarídeos.

A divergência entre os resultados da banana verde e da banana madura acontece porque a banana ainda não amadurecida possui baixos níveis de açúcar e uma alta concentração de amido. O amido presente na fruta verde tem suas moléculas “fragmentadas”, gerando glicose e frutose. Esse processo ocorre à medida que a fruta amadurece, por isso, quanto mais madura ela estiver, mais doce se tornará (SÁ et al., 2021). Com os resultados obtidos pelos alunos, Figura 31, após a realização do experimento verificou-se que os testes realizados com as amostras, com exceção do suco de maçã, obtiveram resultados esperado pela literatura.

**Figura 31.** Reação de identificação de amido. (a) Alimentos selecionados para o teste. (b) Inserção reagente de Lugol. (c) Resultado das amostras após a reação, teste positivo para coloração azul escuro.



(c)

Fonte: Autoria própria, 2024.

### 4.3. ANÁLISE DO TERCEIRO MOMENTO PEDAGÓGICO

#### 4.3.1. Apresentação de seminários

Na primeira etapa do terceiro momento pedagógico, denominada de Aplicação do Conhecimento, solicitou-se que cada grupo elaborasse um seminário sobre o experimento de identificação de carboidratos que realizaram no laboratório. Segundo Farias (2009), o seminário é uma oportunidade para que os estudantes não apenas compartilhem e demonstrem o conhecimento adquirido, mas também desenvolvam habilidades cognitivas, como a pesquisa, análise, interpretação e síntese das informações.

Foi informado para os estudantes que o seminário deveria ser elaborado e apresentado em grupo. O material desenvolvido para a exposição deveria ser no formato de slide e deveria contemplar o experimento realizado, o que o reagente identifica, sua importância no cotidiano, bem como o procedimento experimental e os resultados. Todos os slides desenvolvidos pelos discentes estão elencados no Apêndice L.

Sendo assim, o seminário, como atividade em grupo, implica trabalho colaborativo, permitindo que os alunos participem ativamente da elaboração do plano de atividade e na execução de cada etapa do processo. Para os alunos, ele representa uma oportunidade de aprender a realizar pesquisas, organizar e apresentar informações de forma clara e eficiente, além de desenvolver habilidades de comunicação e trabalho em equipe (ZANON; ALTHAUS, 2010).

A utilização do seminário como avaliação formativa teve o intuito de verificar se os alunos compreenderam a prática que realizaram e além disso, buscou-se nessa etapa realizar uma culminância dos seminários, visto que cada grupo realizou apenas um único experimento. Desse modo, esse momento foi primordial para que os grupo de alunos pudessem trocar experiências e verificar que os reagentes podem identificar nos alimentos desde a presença de carboidratos de um modo geral, bem como identificar sua classificação ou até mesmo o grupo funcional carbonila presente na amostra. Além disso, os testes podem identificar adulterações, doenças ou anomalias.

Sendo assim, o seminário utilizado com viés avaliador permite que o professor acompanhe o progresso dos alunos e avalie sua aprendizagem de forma contínua, considerando não apenas os resultados finais, mas também o processo de construção do conhecimento. A avaliação deve, portanto, englobar aspectos conceituais, procedimentais e atitudinais, ajudando a identificar as competências desenvolvidas pelos alunos ao longo da atividade, como pesquisa, organização e capacidade crítica (ANASTASIOU, 2006).

Na apresentação dos seminários verificou-se que todos os grupos contemplaram o que foi solicitado, com exceção do grupo que expôs o teste de Seliwanoff devido o grupo não ter atendido resultados satisfatórios. Então, esse grupo apresentou apenas o reagente, o que ele identificar, qual a sua importância e a imagens dos tubos de ensaio com os resultados positivos e negativos, mas não detalharam as amostras devido a não consistência nos resultados. Nessa apresentação realizei ocorreu um momento de intervenção para expor quais deveriam ser os resultados das amostras.

Analisando os seminários apresentados percebe-se que estes podem ser utilizados como ferramenta pedagógica no processo de ensino-aprendizagem. Podendo assim, facilitar a aprendizagem ativa, pois desde a elaboração até a apresentação os estudantes são protagonistas da sua aprendizagem, promover a reflexão crítica e a colaboração, além de fornecer oportunidades para o desenvolvimento de competências essenciais para sua formação posterior, bem como para a vida profissional.

#### **4.3.2. Mapa conceitual final**

Essa segunda atividade foi desenvolvida terceiro e último momento e teve como objetivo verificar se ocorreu desenvolvimento na capacidade dos estudantes correlacionar as macromoléculas presentes nos alimentos com sua função, classificação, tipo de ligação e exemplos presentes no cotidiano.

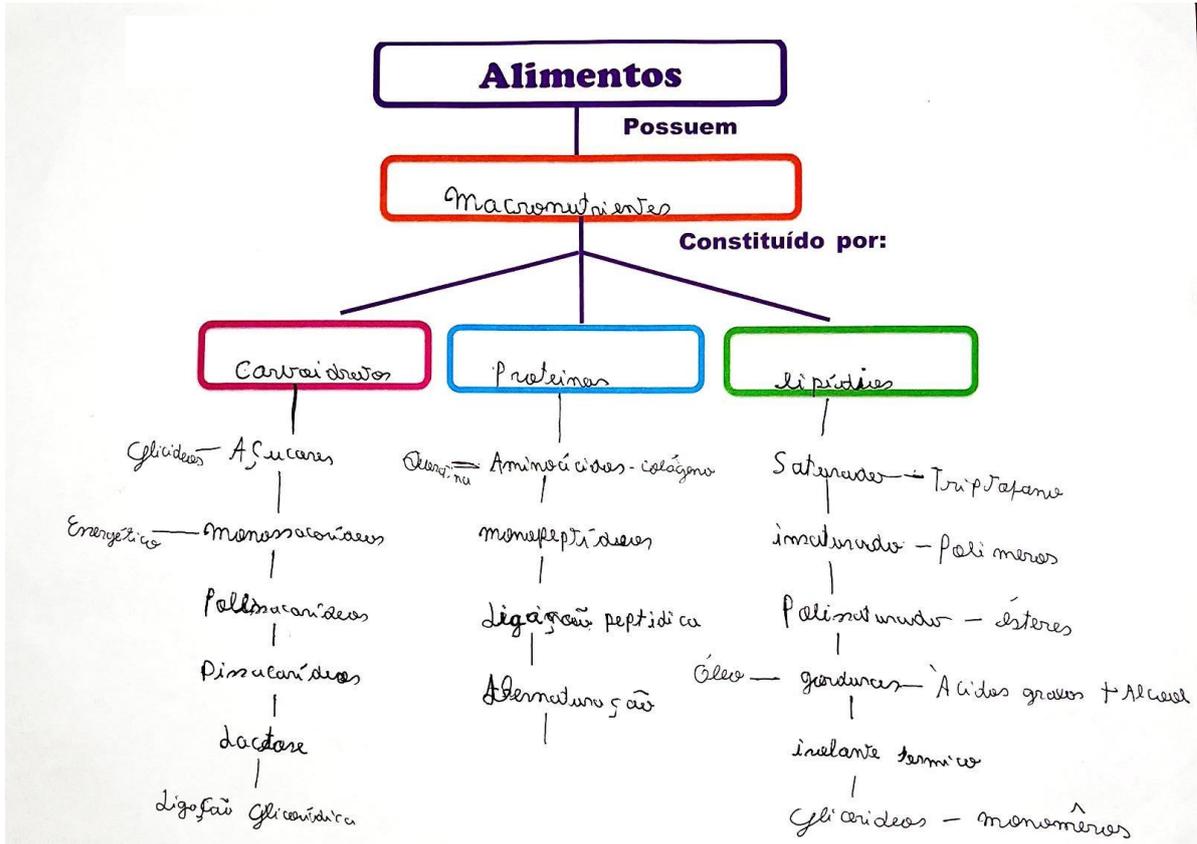
Para desenvolvimento dessa atividade foi disponibilizado a nuvem de palavras que se encontra presente na Figura 6. As palavras estavam embaralhadas sem apresentar nenhuma correlação entre elas para que os alunos pudessem organizá-las em três categorias que são os carboidratos, proteínas e lipídeos. Foi disponibilizado também uma folha de papel A4 que já apresentava cinco quadros iniciais (Figura x) para nortear os alunos no desenvolverem seus mapas conceituais.

Analisando os mapas conceituais desenvolvidos pelos alunos percebeu-se que nove estudantes conseguiram relacionar corretamente os macronutriente presente na composição dos alimentos. Isso pode ser verificado pelas respostas dos aluno 1 A e 3 C.

O estudante 1A no seu mapa conceitual infere que os alimentos possuem macromoléculas constituídas por proteínas, carboidratos e lipídeos. E correlaciona os carboidratos aos açúcares, aos glicídios, monossacarídeos, a função energética, aos dissacarídeos, a lactose, aos polissacarídeos, e a ligação glicosídica. As proteínas ele relacionou aos aminoácidos, ao colágeno, a queratina, aos mono-peptídeos, a ligação peptídica e a desnaturação. E os lipídeos ela atrelou a ligações saturadas e estas ele atrelou ao triptofano,

associou também as ligações insaturadas, aos polímeros, poliinsaturados, aos ésteres, (aos óleos, gorduras e ácidos graxos mais álcool), a isolante térmico e aos glicérides (monômero) (Figura 32).

Figura 32. Mapa conceitual final desenvolvido pelo aluno 1 A.



Fonte: Autoria própria, 2024.

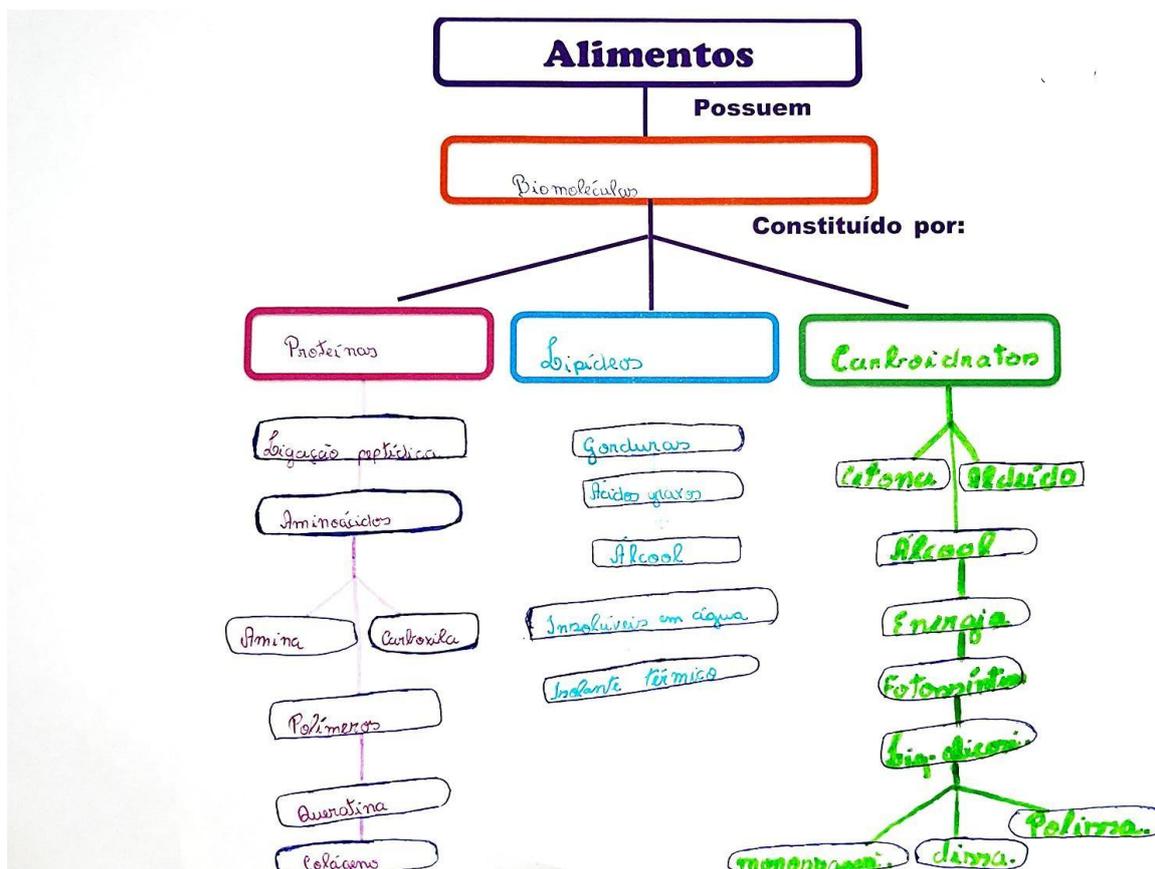
Pelas observações realizadas pela estudante percebe-se que os estudantes correlacionou corretamente todos os tópicos atrelados aos carboidratos, bem como as proteínas, mas cometeu um equívoco ao correlacionar o triptofano e polímeros aos lipídios. Pois o triptofano é um aminoácido pertencente ao grupo da macromolécula proteínas e os polímeros são formados apenas com carboidratos e proteínas.

De acordo com o trabalho de Machado e Mortimer (2007), o conhecimento químico é construído pela combinação de três níveis representacionais: fenomenológico, teórico e representacional, isto é, dimensões macroscópica, submicroscópica e simbólica.

Todavia, o estudante 3C no seu mapa conceitual (Figura 33) infere que os alimentos possuem macromoléculas constituídas por proteínas, carboidratos e lipídeos. E correlaciona os carboidratos aos grupamentos cetona, aldeído e álcool, a energia, a fotossíntese, a ligação

glicosídica, aos monossacarídeos, aos dissacarídeos e aos polissacarídeos. As proteínas associou a ligação peptídica, aos aminoácidos, ao grupamento amina e carboxila, aos polímeros, a queratina e ao colágeno. E associou os lipídios as gorduras, aos ácidos graxos mais álcool, a insolubilidade em água e ao isolamento térmico.

Figura 33. Mapa conceitual final desenvolvido pelo aluno 3C.



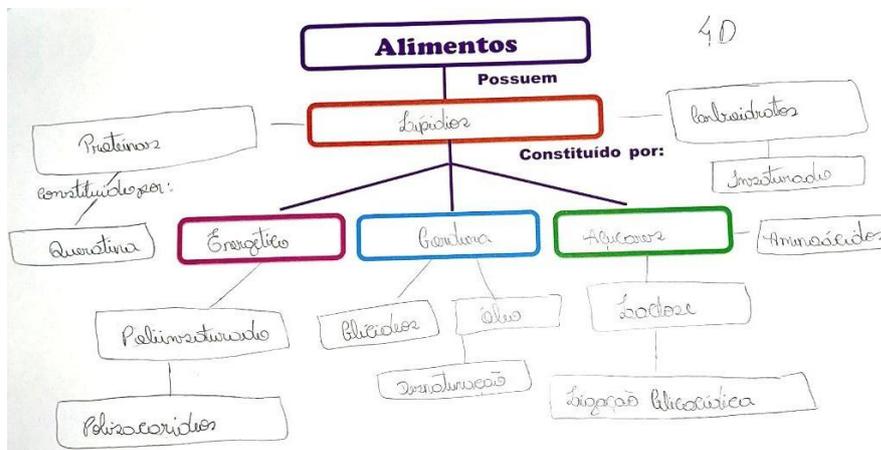
Fonte: Autoria própria, 2024.

Para Aguiar e Correia (2013), o conteúdo de mapa conceitual fica mais fácil de ser compreendido quando ele está organizado de maneira hierárquica, na qual os conceitos mais gerais são colocados no topo e os mais específicos ao longo dos níveis inferiores do mapa.

Os outros nove estudantes determinaram que os alimentos possuíam carboidratos, proteínas ou proteínas e um deles disse que possuía ferro. Desse modo percebe-se que eles atrelam os alimentos conceitos menos abrangentes que provavelmente eles ouvem no seu dia a dia. Verificou-se grandes equívocos por parte dos alunos ao tentarem relacionar essas biomoléculas com outras funções, conforme verifica-se nas respostas dos estudantes 4D, 13 M e 16 P (Figura 34, 35 e 36). Para Souza; Boruchovitch (2010), não são quaisquer palavras que podem ser utilizadas como frases de enlaces ou termos de ligação no mapa, precisam ser

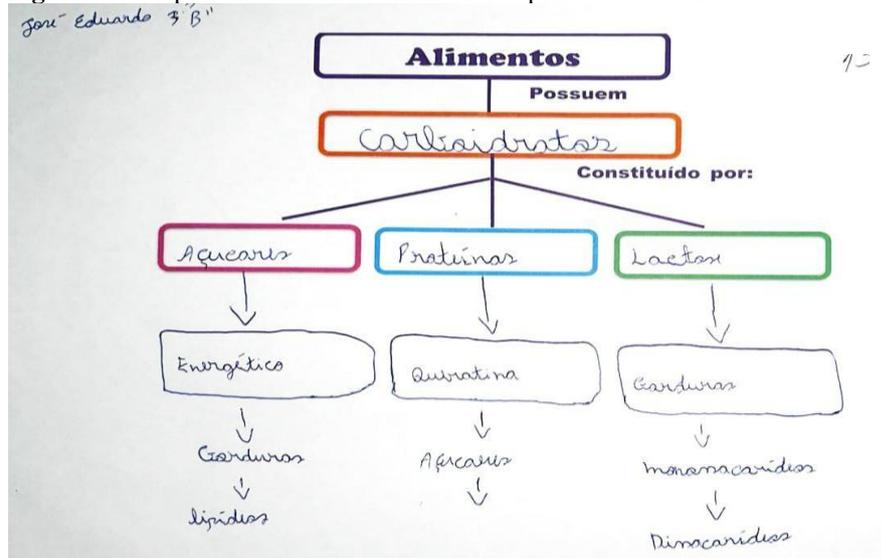
palavras que possam elucidar a compreensão acerca das interrelações entre os conceitos de forma que possam conferir legibilidade na leitura do mapa.

Figura 34. Mapa conceitual final desenvolvido pelo aluno 4D.



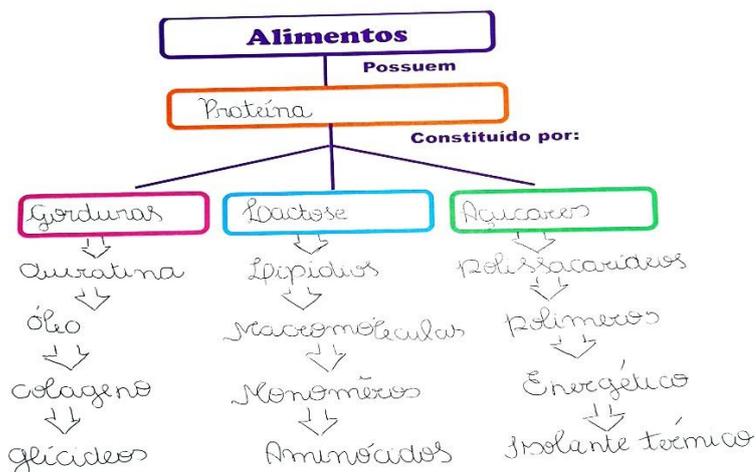
Fonte: Autoria própria, 2024.

Figura 35. Mapa conceitual final desenvolvido pelo aluno 13 M.



Fonte: Autoria própria, 2024.

**Figura 36.** Mapa conceitual final desenvolvido pelo aluno 16 P.



Fonte: Autoria própria, 2024.

#### 4.3.3. Pós-questionário

Pela análise das respostas do pós-questionário, verificou-se que dos 18 estudantes, 15 apresentaram respostas satisfatória e 3 apresentaram respostas insatisfatórias sobre os alimentos, sua composição e sobre a química dos carboidratos. O questionário (Quadro X) contava com quinze questões dissertativas e foi respondido pelos 18 estudantes que responderam forma descritiva a cada pergunta.

Para isso, eles utilizaram o conhecimento que adquiriram durante as aulas da eletiva sobre alimentação e carboidratos, sem utilizar material de consulta ou tecnologias como o celular. Todos os alunos apresentavam interesse em participar da atividade, no entanto, percebeu-se que a questão 14 apresentou uma parcela considerável de abstenção, pois nove estudantes (50%) não responderam.

A primeira (Quadro 32) tinha a finalidade de verificar como os alunos descrevem sua compreensão atual em relação aos alimentos e sua importância para a saúde e bem-estar.

**Pergunta 1:** Como você descreveria sua compreensão atual em relação aos alimentos e sua importância para a saúde e bem-estar? As respostas dos alunos para essa primeira questão estão descritas no quadro 32.

**Quadro 32.** Resposta referente à primeira pergunta do Pós-questionário.

<b>Aluno</b>	<b>Resposta descritiva</b>
1 A	Ela seria a base para a nossa sobrevivência.
2 B	Tenho uma base muito boa e noção de que uma boa alimentação é fundamental para uma vida saudável.
3 C	Acredito que os alimentos são de suma importância para tudo, principalmente para evitar doenças.
4 D	Mais elevada, entendo melhor como funciona e quais são suas origens.
5 E	Ajuda combater desnutrição.
6 F	Os alimentos são a principal fonte de energia para o nosso corpo.
7 G	Os alimentos ajudam no desenvolvimento e na imunidade do nosso corpo prevenindo doenças.
8 H	Que os alimentos são de suma importância para tudo, principalmente para evitar doenças.
9 I	Moderada, não conheço tudo, mas o pouco que sei para mim é suficiente.
10 J	Eu entendo que os alimentos são essenciais para fornecer nutrientes ao corpo.
11 K	Descrevo como média, pois é um assunto complicado mais de grande importância.
12 L	Eles são fonte de energia, ajudam no desenvolvimento e crescimento.
13 M	Que os alimentos são de suma importância para tudo, principalmente para evitar doenças.
14 N	Entendo que os alimentos é fundamental da nossa saúde e bem-estar, fornecendo os nutrientes necessários para o funcionamento do nosso corpo.
15 O	Que alimentos são as principais fontes de energia.
16 P	Uma alimentação saudável, eles ajudam a proteger contra a má nutrição.
17 Q	Que ajuda a prevenir doenças.
18 R	Na prevenção e no tratamento de doenças.

Fonte: Autoria própria, 2024.

De acordo com dados do Quadro 32, constatou-se que dos 18 estudantes, dezesseis (88,89%) apresentaram respostas satisfatórias e dois estudantes (11,11%) apresentaram respostas insatisfatória. No qual, seis alunos relacionam os alimentos a nutrição, vida saudável e sobrevivência. Sete atrelam uma boa alimentação ao aumento da imunidade, prevenção e

tratamento de doenças. Três estudantes associaram os alimentos como fonte de energia. E dois afirmaram saber mais não detalham qual informações sabiam acerca do tema em questão.

Comparando com o questionário inicial percebe-se um avanço, pois anteriormente seis alunos afirmavam saber, mas não definiam o que, além disso, um estudante não apresentou resposta. Enquanto nesse questionário final todos apresentaram respostas.

**Pergunta 2:** Liste três exemplos de alimentos que você considera saudáveis e explique as razões por trás de suas escolhas. As respostas dos alunos para essa segunda questão estão descritas no quadro 33.

**Quadro 33.** Resposta referente à segunda pergunta do Pós-questionário.

<b>Aluno</b>	<b>Resposta descritiva</b>
1 A	Ovo, macaxeira e frutas são alimentos ricos em nutrientes, macaxeira é um carboidrato complexo e frutas alimentos fonte de nutrientes.
2 B	Frutas, salada, feijão. Por serem naturais e com muitos benefícios para o corpo.
3 C	Ovo: é uma fonte de proteínas e vitaminas. Leite: é uma ótima fonte de cálcio. Aveia: é uma fonte de fibras que ajuda no funcionamento intestinal.
4 D	Brócolis, arroz, feijão são alimentos ricos em carboidratos, proteínas que se tornam saudáveis.
5 E	Arroz, macarrão, cenoura, pois contém carboidratos.
6 F	Ovo: rico em proteínas; carne: rica em proteína e ferro; frutas: por possuir frutose e ótima fonte de carboidratos.
7 G	Ovo: por ter bastante proteínas; leite: por ter muito cálcio e aveia: por ter muitas fibras.
8 H	Ovo é uma fonte de proteínas e vitaminas. Leite é uma ótima fonte de cálcio. Aveia é uma ótima fonte de fibra que ajuda no funcionamento intestinal.
9 I	Banana contém potássio; feijão contém ferro e alface porque contém fibras e antioxidantes.
10 J	Couve: ricos em vitaminas, minerais e fibras. Atum: são fonte de ômega-3. Banana: são ricas em vitaminas, minerais e fibras.
11 K	Pão, ovo e leite. Por diversas razões, como carboidrato, e o bem para a saúde.
12 L	Abacate, banana e ovos.

13 M	Ovos é uma fonte de proteínas e vitaminas. Leite é uma ótima fonte de cálcio. Aveia é uma fonte de fibras que ajuda no funcionamento intestinal.
14 N	Abacate: fruta rica em gorduras saudáveis, como o ômega 3. Quinoa: é um grão rico em proteínas, fibras, etc. Brócolis é uma excelente fonte de vitamina A, C e K.
15 O	Macaxeira, feijão, brócolis porque são ricos em ferro e vitaminas e tem pouca caloria.
16 P	Abacate, frutas vermelhas e brócolis. Eles fazem bem para a saúde do ser humano.
17 Q	Banana, beterraba e feijão ajuda na força e tem fibras.
18 R	Abacate fortalece os ossos.

Fonte: Autoria própria, 2024.

De acordo com dados do quadro 33, constata-se que treze alunos explicaram o motivo falando dos macronutrientes (carboidratos, proteínas e lipídios) e micronutrientes (vitaminas), ou seja, apresentaram respostas satisfatórias (72,22%), três atrelaram ao bem-estar e saúde para o corpo, um apenas informou os alimentos e um informou o alimentos, mas associou equivocadamente a sua função no organismo, sendo assim, cinco estudantes (27,78%) apresentaram respostas insatisfatória.

**Pergunta 3:** Quais critérios você utiliza para avaliar se um alimento é saudável ou não? As respostas dos alunos para essa terceira questão estão descritas no quadro 34.

**Quadro 34.** Resposta referente à terceira pergunta do Pós-questionário.

Aluno	Resposta descritiva
1 A	Se ele é processado ou natural.
2 B	Se é muito doce, se tem muitos corantes, avaliando a tabela nutricional.
3 C	Ele será saudável se ele garantir o fornecimento de todos os nutrientes necessários para o funcionamento do corpo.
4 D	Se é industrializado (muito processado, alto teor em gorduras trans).
5 E	Observando sua composição.
6 F	Aqueles que possuem todos os nutrientes necessários para o nosso corpo são considerados alimentos saudáveis.

7 G	Se tem bastante cálcio, fibras e proteínas.
8 H	Ele será saudável se garantir o fornecimento de todas os nutrientes necessários para o funcionamento do corpo.
9 I	A quantidade de açúcar e carboidratos na composição e conselhos médicos legais.
10 J	A saúde de um alimento com base de vários critérios, como a quantidade de nutrientes que ele fornece, como vitaminas e minerais.
11 K	Qual sua origem e seus componentes.
12 L	Procuo me informar sobre o alimento.
13 M	Ele será saudável se ele garantir o fornecimento de todos os nutrientes do necessários para o funcionamento do corpo.
14 N	Se ele contém nutrientes importantes, como vitaminas e minerais. Se tem gorduras boas em vez de gorduras ruins.
15 O	Se o alimento tem pouca açúcar ou gorduras e se tem muita proteína.
16 P	Considerar se eles são bons para a nossa saúde e analisar os pontos negativos a cada um deles.
17 Q	Se tem fibra ou vitaminas.
18 R	-

Resposta referente à terceira pergunta do *Pós-questionário*.

De acordo com a análise das respostas no quadro 34, percebe-se treze estudantes (72,22%) responderam satisfatoriamente à questão, pois atrelaram o motivo de um alimento ser saudável a sua composição, ao mínimo processamento, a procedência e aos nutrientes. Quatro estudantes responderam insatisfatoriamente 7G, 12 L, 16 P e 17 Q por atrelar ao fato de ser apenas bom para a saúde e não informar o que é bom na sua concepção ou a especificar alguns macronutriente deixando outros de fora. E o aluno 18r não apresentou resposta. Comparando com o primeiro questionário percebe-se que os alunos foram mais assertivos na questão

Alimentos saudáveis devem ser relacionados a um sistema alimentar que seja economicamente viável, ambientalmente sustentável e socialmente justo, contemplados por uma alimentação sustentável (Martinelli e Cavali, 2019).

**Pergunta 4:** Além de saciar a fome, quais outras razões você acredita que levam as pessoas a se alimentarem? As respostas dos estudantes para essa quarta questão estão descritas no quadro 35.

**Quadro 35.** Resposta referente à quarta pergunta do Pós-questionário.

<b>Aluno</b>	<b>Resposta descritiva</b>
1 A	Questões sociais, se alimentamos para a saúde ou para suprir algo.
2 B	Ter energia.
3 C	Para o corpo receber nutrientes para se manter estável.
4 D	A necessidade de nutrientes no corpo para dar energia e sustentar.
5 E	Saúde.
6 F	Fonte de energia para o corpo, além de bem-estar físico e mental.
7 G	Para ganhar energia.
8 H	Para o corpo receber nutrientes para se manter estável.
9 I	O prazer do ato de se alimentar e a importância que tem para o funcionamento do corpo.
10 J	Bem-estar e traz outros benefícios, além de matar a fome.
11 K	Para o aumento de energia.
12 L	Eu não sei.
13 M	Para o corpo receber nutrientes para se manter estável.
14 N	Por razões emocionais, como conforto, estresse, tédio ou tristeza.
15 O	Por ser gostoso os alimentos e ser fonte de energia.
16 P	Por prazer por afeto e por necessidade emocional.
17 Q	Por gostar de comida.
18 R	Por ser nutricional.

Fonte: Autoria própria, 2024.

Analisando o quadro 35, percebe-se que quatorze estudantes (77,78%) apresentaram respostas bem sucintas, porém satisfatórias, por terem associado o motivo das pessoas se alimentarem a manutenção da saúde, a nutrição, a fatores emocionais e a adquirir energia e quatro apresentaram respostas insatisfatórias para a pergunta, foram eles 11 K, 12L 17 Q e 18 R.

**Pergunta 5:** Em sua opinião, o que caracteriza uma alimentação saudável? Você considera que sua própria alimentação se enquadra nesse padrão? As respostas dos alunos para essa quinta questão estão descritas no quadro 36.

**Quadro 36.** Resposta referente à quinta pergunta do Pós-questionário.

<b>Aluno</b>	<b>Resposta descritiva</b>
1 A	Uma alimentação variada com frutas, legumes e fontes saudáveis de fibras e carboidratos.
2 B	Equilíbrio entre industrializados.
3 C	Acredito que seja composta de frutas, verduras e sementes, proteínas magras e gorduras boas. Tenho uma alimentação totalmente desequilibrada que preciso mudar.
4 D	Consumir mais alimentos ricos em carboidratos, proteínas de origem vegetal, alimentos saudáveis. Não, mas tento.
5 E	Não, pois consumo muitos alimentos industrializados (não saudáveis).
6 F	Uma alimentação saudável é aquela com menos industrializados e mais naturais com proteínas, carboidratos e gorduras boas. Infelizmente não.
7 G	Para mim uma alimentação saudável se caracteriza por diversos alimentos que ajudam na saúde.
8 H	Acho que seja composta de frutas, verduras, sementes, proteínas magras e gorduras boas. Tenho uma alimentação desregulada.
9 I	O balanço entre açúcar, carboidratos e vegetais. Não muito, pois consumo muito açúcar.
10 J	É caracterizada por ser equilibrada, variada e composta por alimentos naturais e minimamente processados.
11 K	Uma alimentação a base de proteínas e carboidratos. Sim.
12 L	Comer frutas, vegetais e legumes. Sim, gosto de comer frutas e outras coisas saudáveis.
13 M	Acho que seja composta de frutas, verduras, sementes, proteínas, gorduras boas. Tenho uma alimentação totalmente desregulada.
14 N	Ter frutas, legumes, proteínas, gorduras saudáveis. Não considero que a minha alimentação está nesse padrão.
15 O	Ser rico em nutrientes e proteínas. Não considero a minha alimentação saudável.
16 P	Fazendo dieta. Não, pois minha alimentação é completamente diferente, às vezes, faço uma alimentação saudável.
17 Q	Uma alimentação balanceada. Acho a minha péssima.
18 R	Alimentação saudável é sem muito sal.

Com essa pergunta, pode-se notar que doze estudantes possuem certa noção sobre o que é uma alimentação saudável, porém, existem muitas concepções alternativas, pois alguns consideram que uma alimentação saudável é restrita a apenas vegetais ou frutas.

Dos dezoito estudantes, seis apresentaram uma excelente definição do que é uma alimentação saudável, como pode-se verificar com o aluno 3C, 6 F e 10 J, pois estes utilizam os termos alimentação equilibrada, minimamente processada e as biomoléculas essenciais para nutrição, como carboidratos (frutas, verduras e legumes), proteínas magras, gorduras boas.

Em suma, verificou-se que seis estudantes (33,33%) apresentaram respostas insatisfatórias. Sendo assim, seis estudantes (33,33%) apresentaram respostas satisfatória e seis (33,33%) apresentaram respostas insatisfatórias.

Do mesmo modo, segundo documentos oficiais (Brasil, 2002), a alimentação pode ser considerada como um tema essencial a ser debatido e refletido no ambiente escolar e o consumo de alimentos saudáveis não é considerado como um hábito corriqueiro no público jovens.

**Pergunta 6:** Analisando o café da manhã típico, composto por pão, manteiga, frutas, café e leite, quais substâncias químicas você acredita que compõem cada um desses alimentos? As respostas dos alunos para essa sexta questão estão descritas no quadro 37.

**Quadro 37.** Resposta referente a sexta pergunta do Pós-questionário.

<b>Aluno</b>	<b>Resposta descritiva</b>
1 A	Hidrogênio, oxigênio e carbono.
2 B	Carboidratos, cafeína e lactose.
3 C	Pão: carboidratos; manteiga: lipídeos; frutas: vitaminas; café: vitaminas e minerais; leite: proteínas e cálcio.
4 D	Pão: glicose; manteiga e leite: possui lipídeos e carboidratos; café: cafeína; frutas: vitaminas e carboidratos.
5 E	Amina, amida, entre outros.
6 F	Pão: carboidrato; manteiga: lipídeos; café: vitaminas e minerais; leite: proteínas e carboidratos.
7 G	Pão: glicose e gás carbônico; manteiga: lipídeos; leite: lipídeos; frutas: frutose.
8 H	Pão: carboidratos; manteiga: lipídios; frutas: vitaminas; café: vitaminas e minerais; leite: proteínas e cálcio.

9 I	Carbono, hidrogênio e oxigênio.
10 J	Pão: amido e proteínas. Na manteiga: ácidos graxos. No café: cafeína. No leite: proteínas, lactose e lipídios.
11 K	Carboidratos, glicose, galactose e proteínas.
12 L	Carbono, hidrogênio e oxigênio.
13 M	Pão: carboidratos; manteiga: lipídios; frutas: vitaminas; café: vitaminas e minerais; leite: proteínas e cálcio.
14 N	Pão: carboidratos; manteiga: gorduras; frutas: carboidratos; café: cafeína e leite: proteínas.
15 O	Carboidratos. Manteiga por gorduras; frutas: frutose; café a cafeína; leite por gorduras e proteínas.
16 P	Glicose, gorduras, etileno, cafeína e lactose.
17 Q	Não sei.
18 R	Macronutrientes.

Fonte: Autoria própria, 2024.

Em relação a quantidade de acertos e erro dos estudantes nessa questão, percebeu-se oito estudantes (44,44%) apresentaram respostas satisfatórias, sete (38,89%) apresentaram respostas insatisfatória e três (16,67) respostas insatisfatórias. Esses dados, expõem que se obteve um avanço quando comparado ao pré-questionário, mas percebe-se que estes assuntos precisam ser reforçados com os estudantes diariamente, visto que, é um conteúdo presente no cotidiano e de extrema relevância para se ter uma alimentação saudável.

**Pergunta 7:** Quais tipos de biomoléculas (macromoléculas) você acredita que estão presentes nos alimentos que consumimos? As respostas dos alunos para essa sétima questão estão descritas no quadro 38.

**Quadro 38.** Resposta referente a sétima pergunta do Pós-questionário.

Aluno	Resposta descritiva
1 A	Carboidratos, lipídios, proteínas e ácidos nucleicos.
2 B	Carboidratos e proteínas.
3 C	Proteínas, lipídios e carboidratos.
4 D	Carboidratos, proteínas e lipídios.

5 E	Carboidratos, proteínas e lipídios.
6 F	Carboidratos, proteínas e lipídios.
7 G	Proteínas, lipídios, ácidos nucleicos e carboidratos.
8 H	Proteínas, lipídios e carboidratos.
9 I	Carboidratos, lipídios e proteínas.
10 J	Os alimentos que consumimos tem biomoléculas, como carboidratos.
11 K	Proteínas.
12 L	Carboidratos.
13 M	Proteínas, lipídios e carboidratos.
14 N	Carboidratos, proteínas e lipídios.
15 O	Proteínas, carboidratos e lipídios.
16 P	Carboidratos, lipídios, proteínas e ácidos nucleicos.
17 Q	Proteínas, carboidratos e vitaminas.
18 R	Proteínas, carboidratos e lipídios.

Fonte: Autoria própria, 2024.

Com os resultados obtidos nesta questão, verificou-se que 14 estudantes (77,78%) informaram que as biomoléculas (macromoléculas) presentes nos alimentos que consumimos são carboidratos, proteínas e lipídios. Quatro estudantes apresentaram respostas satisfatórias, como verifica-se nas respostas dos alunos 2B, 10J, 11K e 12 L. Sendo assim, percebe-se que para essa questão teve um avanço relevante, visto que no pré-questionário nenhum estudante apresentou resposta satisfatória.

**Pergunta 8:** Por que você acha que os alimentos são frequentemente comparados a combustíveis essenciais para a vida humana? Como essa analogia pode nos ajudar a entender a importância da nutrição? As respostas dos alunos para essa oitava questão estão descritas no quadro 39.

**Quadro 39.** Resposta referente a oitava pergunta do Pós-questionário.

Aluno	Resposta descritiva
1 A	Através dos alimentos é que adquirimos energia para o funcionamento do nosso corpo.
2 B	Por nos fornecer nutrientes que dão energia, fazem a manutenção do corpo e mantêm a saúde.

3 C	Porque eles fornecem a maior parte da energia necessária em nosso corpo. Nos ajuda a entender que precisamos deles frequentemente.
4 D	Porque são nossa principal fonte de energia se tornando essenciais no dia a dia.
5 E	Porque os dois são essenciais para o ser humano.
6 F	Porque são a principal fonte de energia para o nosso corpo.
7 G	-
8 H	Porque eles fornecem a maior parte de energia necessária em nosso corpo.
9 I	Porque fornecem energia necessária para as funções corporais.
10 J	Os alimentos são frequentemente comparados a combustíveis porque fornecem a energia necessária para o funcionamento do nosso corpo.
11 K	-
12 L	Aveia, vegetais verdes, chá verde, água de coco, frutas vermelhas e carne magra.
13 M	Porque eles fornecem a maior parte da energia necessária para o funcionamento do nosso corpo.
14 N	-
15 O	Porque sem comida ninguém consegue sobreviver por ser fonte de energia.
16 P	Para o funcionamento adequado e a nutrição faz parte da nossa vida.
17 Q	-
18 R	Os alimentos são utilizados pela nossa.

Fonte: Autoria própria, 2024.

Com relação as respostas dadas pelos estudantes a essa pergunta percebemos que dez estudantes (55,56%) se apropriaram do conceito de energia para associar a analogia que os alimentos são combustíveis essenciais para a vida, o que se pode considerar como resposta satisfatória. E quatro alunos (22,22%) apresentaram respostas insatisfatória e 4 alunos (22,22) não apresentaram nenhuma resposta.

**Pergunta 9:** Explique sua compreensão sobre o termo “carboidratos”. O que você sabe sobre a função dos carboidratos em nossa dieta? As respostas dos alunos para essa nona questão estão descritas no quadro 40.

**Quadro 40.** Resposta referente a nona pergunta do Pós-questionário.

<b>Aluno</b>	<b>Resposta descritiva</b>
1 A	Eles são uma fonte de energia para o corpo. Em uma dieta rica em carboidratos ajuda no aumento de peso e no crescimento dos músculos.

2 B	-
3 C	Eles são fonte de energia para o corpo. O consumo de carboidratos é essencial para termos os treinos.
4 D	Carboidratos são macromoléculas encontradas em alimentos que nos ajudam a nutrir nosso corpo sem ingerir muita gordura.
5 E	Fornecimento de energia.
6 F	O consumo de carboidratos é essencial para o nosso corpo, pois ele fornecem energia. É de extrema importância para a nossa dieta fornecendo energia para respirar e treinos em geral.
7 G	-
8 H	Eles são fontes de energia para o corpo. O consumo de carboidratos é essencial para treinos.
9 I	Carbo = carbono. Idratos = água. A função principal é a nutrição.
10 J	São macronutrientes presentes em alimentos como cereais, frutas, legumes e produtos lácteos.
11 K	Além da reparação muscular ajuda na reposição de energia.
12 L	Os carboidratos são importantes para fornecer energia para o nosso corpo.
13 M	Eles são fontes de energia para o corpo. O consumo de carboidratos é essencial para a dieta.
14 N	-
15 O	Carboidratos são ricos em açúcar na dieta ele deve ser consumido para dar energia.
16 P	Eles são utilizados para o fornecimentos de energia.
17 Q	Ajuda no fornecimento de energia.
18 R	-

Fonte: Autoria própria, 2024.

Com os dados obtidos percebeu-se que nenhum estudante respondeu satisfatoriamente a primeira parte da questão, pois segundo Francisco Junior (2008), carboidratos são substâncias constituídas por polioidroxialdeídos ou polioidroxicetonas ou que liberam tais compostos por hidrólise.

Para a segunda parte da pergunta “O que você sabe sobre a função dos carboidratos em nossa dieta?” percebeu-se que dez estudantes associaram o termo e a função dos carboidratos ao conceito de energia, três associaram ao conceito de nutrição e um associou a ambos os

conceitos. Sendo assim, quatorze estudantes (77,78%) apresentaram respostas satisfatórias para essa questão, enquanto quatro (22,22%) não apresentaram resposta. Segundo Francisco Junior (2008 b) a oxidação dos carboidratos é a principal forma de fornecimento energético para maioria dos seres não fotossintetizantes, além de apresentar função estrutural e sinalizadora nos organismos.

**Pergunta 10:** Qual é a constituição química básica dos carboidratos? As respostas dos alunos para a décima questão estão descritas no quadro 41.

**Quadro 41.** Resposta referente a décima pergunta do Pós-questionário.

<b>Aluno</b>	<b>Resposta descritiva</b>
1 A	Hidrogênio, oxigênio e carbono.
2 B	Carbono, hidrogênio e oxigênio.
3 C	Carbono, oxigênio e hidrogênio.
4 D	Carbono, hidrogênio e oxigênio.
5 E	Carbono, hidrogênio e oxigênio.
6 F	Carbono, hidrogênio e oxigênio.
7 G	-
8 H	Carbono, oxigênio e hidrogênio.
9 I	Carbono, hidrogênio e oxigênio (CH <sub>2</sub> O).
10 J	A constituição química básica dos carboidratos é composta por carbono, hidrogênio e oxigênio.
11 K	Oxigênio, hidrogênio e carbono.
12 L	Carbono, hidrogênio e oxigênio.
13 M	Carbono, oxigênio e hidrogênio.
14 N	Carbono, hidrogênio e oxigênio.
15 O	Carbono, hidrogênio e oxigênio (CH <sub>2</sub> O).
16 P	Carbono, hidrogênio e oxigênio.
17 Q	-
18 R	-

Fonte: Autoria própria, 2024.

Com relação a essa pergunta observou-se que quinze estudantes respondem que os carboidratos são constituídos por hidrogênio, oxigênio e carbono”. Esse resultado corroboram com os de Suárez; Braibante (2021), pois de modo semelhante em seu trabalho os estudantes reconheceram que os carboidratos estão constituídos por hidrogênio, oxigênio e carbono.

Três estudantes (7G, 17 Q e 18R) não apresentaram respostas para essa questão. Analisando os dados verificou-se que 83,33% responderam satisfatoriamente essa questão, apresentando assim, um resultado bastante relevante em comparação ao pré questionário, no qual, apenas um aluno apresentou resposta satisfatória.

**Pergunta 11:** Identifique os grupos funcionais que estão presentes nas moléculas de carboidratos. As respostas dos alunos para a décima primeira questão estão descritas no quadro 42.

**Quadro 42.** Resposta referente a décima primeira pergunta do Pós-questionário.

<b>Aluno</b>	<b>Resposta descritiva</b>
1 A	Carbonila e hidroxila.
2 B	Cetona e aldeído.
3 C	Cetona e aldeído.
4 D	Cetona, aldeído e álcool.
5 E	Carbonila e hidroxila.
6 F	Cetona, aldeído e álcool.
7 G	-
8 H	Cetona e aldeído.
9 I	Carbonila (C=O) e hidroxila (-OH).
10 J	Hidroxila (-OH) e os grupos carbonila (C=O) que podem estar na forma de aldeído ou cetona.
11 K	-
12 L	Cetona, poliol e aldeído.
13 M	Cetona e aldeído.
14 N	Hidroxila (-OH) e carbonila (C=O).
15 O	Carbonila (C=O) – Aldeído (-CHO) e cetona (C=O).
16 P	Cetona, poliol e aldeído.
17 Q	-
18 R	Cetona, álcool e aldeído.

Fonte: A autoria própria, 2024.

Com os resultados, pode-se observar que nove estudantes (50%) responderam satisfatoriamente essa questão, no qual, alguns reconhecem a presença de carbonila (C=O) ou aldeído e cetona e álcool ou poliol (-OH). Enquanto cinco estudantes (27,78%) identificou apenas cetona e aldeído como grupos funcionais dos carboidratos, deixando o grupo funcional hidroxila de lado (função orgânica álcool). Quatro estudantes (22,22%) não apresentaram resposta para essa pergunta.

Analisando os dados verificou-se, um resultado bastante relevante em comparação ao pré questionário, no qual, apenas um aluno apresentou resposta parcialmente satisfatória.

**Pergunta 12:** Dê exemplos de três alimentos que contêm carboidratos. As respostas dos alunos para a décima segunda questão estão descritas no quadro 43.

**Quadro 43.** Resposta referente a décima segunda pergunta do Pós-questionário.

<b>Aluno</b>	<b>Resposta descritiva</b>
1 A	Pão, macarrão e banana.
2 B	Pão, arroz e macarrão.
3 C	Mel, arroz e leite.
4 D	Aveia, cenoura e frutas.
5 E	Arroz, milho, trigo, cenoura e batata doce.
6 F	Pão, bolo e mel.
7 G	-
8 H	Mel, arroz e leite.
9 I	Pão, bolo e doces (bala, pirulito, jujuba).
10 J	Arroz, macarrão, frutas, batata, vegetais e leite.
11 K	Pão, bolo e banana.
12 L	Açúcar, abobora e batata.
13 M	Mel, arroz e leite.
14 N	Pão, banana e arroz.
15 O	Pão, bolo e leite.
16 P	Chocolate, pipoca e pão.
17 Q	Pão, macarrão.

18 R	Frutas.
------	---------

Fonte: Aatoria própria, 2024.

Com os resultados, pode-se observar que dezessete estudantes reconhecem a presença de CHO corretamente nos alimentos, equivalendo assim, a um total de 94,44% de Respostas Satisfatórias. Enquanto apenas um estudante não apresentou resposta para essa questão. Apesar dessa pergunta ser relativamente fácil, verificou-se no pré-teste que os alunos pensavam que carne, peixe e ovo continha carboidrato, o que não aconteceu aqui no pós-teste, pois os alunos informaram aqui apenas alimentos que continham na maior parte da sua composição carboidratos.

**Pergunta 13:** Qual é a importância dos carboidratos para o funcionamento saudável do organismo? As respostas dos alunos para a décima terceira questão estão descritas no quadro 44.

**Quadro 44.** Resposta referente a décima terceira pergunta do Pós-questionário.

Aluno	Resposta descritiva
1 A	Quando metabolizados eles fornecem energia para o corpo.
2 B	Nos dá energia.
3 C	É o principal combustível utilizado pelo nosso corpo.
4 D	São macromoléculas que o nosso corpo não produz, porém precisamos é a fonte de energia que necessitamos.
5 E	Fornecer energia para exercermos várias funções.
6 F	É a principal fonte de energia para o nosso corpo.
7 G	-
8 H	É o principal combustível utilizado pelo nosso corpo.
9 I	É o principal combustível para o nosso corpo poder ter energia necessária para funcionar.
10 J	No fornecimento de energia para as células do corpo especialmente para o cérebro e os músculos.
11 K	-
12 L	É o principal combustível utilizado pelo nosso corpo como fonte de energia.
13 M	É o principal combustível utilizado pelo nosso corpo.
14 N	Os carboidratos fornecem energia e têm várias funções importante no corpo.

15 O	Ajuda a pensar, caminhar, respirar e controlar o estresse.
16 P	Fornecimento de energia.
17 Q	-
18 R	Nutrição celular.

Fonte: Autoria própria, 2024.

De acordo com as respostas dadas pelos estudantes, observou-se que dos dezoito estudantes, treze responderam que a importância dos carboidratos está associada a “fonte de energia”, a “combustível” ou a “principal fonte energética”, um a nutrição celular fortalecimento e um associou a algumas atividades realizadas pelo organismo.

Sendo assim, 83,33% apresentaram respostas parcialmente satisfatória, visto que cada estudante se referiu a apenas uma ou duas das funções biológicas que os carboidratos possuem e três estudantes (16,67%) não responderam essa pergunta.

De modo semelhante em seu trabalho Suárez; Braibante (2021), inferiram que os estudantes mencionaram que os carboidratos são de “fonte de energia”, “servem como estrutura” ou “armazenamento de energia”. Para Berg, Tymoczko e Stryer (2004) as funções biológicas dos carboidratos são: fonte e armazenamento de energia, intermediários metabólicos e estruturais.

**Pergunta 14:** Como os carboidratos fornecem energia e suportam diversas funções biológicas? As respostas dos alunos para a décima quarta questão estão descritas no quadro 45.

**Quadro 45.** Resposta referente a décima quarta pergunta do Pós-questionário.

Aluno	Resposta descritiva
1 A	Quando metabolizados eles são utilizados pelas células na produção de ATP.
2 B	-
3 C	-
4 D	-
5 E	São usados pelas células na produção de ATP.
6 F	Por meio da fotossíntese e são utilizados pelas células do nosso corpo para a produção de ATP.
7 G	-
8 H	-

9 I	Através da produção de ATP (adenosina trifosfato).
10 J	Fornecer energia na forma de glicose que é convertida em ATP.
11 K	-
12 L	Os carboidratos são utilizados pelas células para a produção de ATP.
13 M	-
14 N	-
15 O	-
16 P	Nas atividades celulares e suporta pela chamada estrutural
17 Q	Mel, arroz.
18 R	-

Fonte: Autoria própria, 2024.

Essa questão obteve apenas seis respostas satisfatórias (33,33%), pois os estudantes associaram o fornecimento de energia a metabolização dos carboidratos pelas células, produzindo assim ATP, molécula que armazena energia para as células e que são quebradas e utilizadas quando o corpo necessita de energia. Dois estudantes (11,11%) apresentaram respostas insatisfatórias e dez estudantes (55,56%) não apresentaram resposta para essa questão. Com isso, verifica-se que essa foi a questão que apresentou o maior número de abstenção na resolução por exigir que o aluno lembrasse não apenas de uma resposta específica, mas de um processo reacional, como é o caso da respiração celular e quebra do glicogênio.

**Pergunta 15:** Quais problemas o consumo excessivo de carboidratos pode ocasionar ao ser humano? As respostas dos alunos para a décima quinta questão estão descritas no quadro 46.

**Quadro 46.** Resposta referente a décima quinta pergunta do Pós-questionário.

<b>Aluno</b>	<b>Resposta descritiva</b>
1 A	Pode causar diabetes, aumentar peso, hipertensão, problemas cardiovasculares, entre outros.
2 B	Causar doenças cardiovasculares, aumento de peso e diabetes.
3 C	O aumento dos triglicerídeos, o que pode resultar em diabetes e o aumento de peso.
4 D	O aumento de triglicerídeos no sangue que causa diabetes e doenças do fígado e ganho de peso.
5 E	Acúmulo de gordura.

6 F	Acúmulo de aumento de peso, diabetes.
7 G	-
8 H	O aumento dos triglicerídeos que pode resultar em diabetes e o aumento de peso.
9 I	Obesidade, doenças cardiovasculares e diabetes.
10 J	Pode levar ao ganho de peso.
11 K	Emagrecimento e estresse.
12 L	Acúmulo de gorduras e consequentemente de peso.
13 M	O aumento dos triglicerídeos o que pode resultar em diabetes e o aumento do peso.
14 N	Ganho de peso, doenças crônicas e doenças cardiovasculares, fadiga, sonolência, falta de concentração.
15 O	Diabetes, obesidade, entre outros problemas.
16 P	Acúmulo de gordura e o aumento de triglicerídeos.
17 Q	-
18 R	-

Fonte: Autoria própria, 2024.

Analisando a pergunta, observa-se de acordo com quadro, que dez estudantes (55,55%) responderam que carboidrato em excesso não é bom porque pode causar o diabetes e obesidade, aumento de triglicerídeos ou doenças cardiovasculares. Quatro (22,22%) estudantes associaram ao ganho de peso, acúmulo de gordura ou triglicerídeos ou doenças cardiovasculares. Um estudante (5,56) associou ao emagrecimento, sendo assim, uma resposta insatisfatória, devido o excesso de carboidratos ocasionar obesidade e não emagrecimento. E três estudantes (16,67) não responderam à pergunta.

A ideia de que carboidrato em excesso pode ocasionar aumento dos triglicerídeos e diabetes estar associada ao fato, dos estudantes saberem que o excesso podem ocasionar o acúmulo de açúcar ocasiona aumento dos níveis de gordura no organismo, além de deixar o indivíduo exposto a picos de glicose, o deixando mais disposto a diabetes.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A articulação da sequência didática em três momentos pedagógicos, aliados às atividades experimentais investigativas, possibilitou a aquisição de resultados satisfatórios na motivação, engajamento e autonomia dos estudantes no processo de construção do conhecimento. O avanço no desenvolvimento cognitivo dos estudantes foi evidenciado pela análise do pré-questionário que verificava o conhecimento prévio, que abarcava a definição, a produção, a função nos organismos vivos, a composição química, as funções orgânicas, os tipos e as classificações dos carboidratos dentro da temática alimentos. Observou-se que, com exceção dos alunos 1A e 2B, os demais apresentaram um conhecimento superficial, proveniente do senso comum, como demonstrado pelos mapas conceituais e pelas respostas ao pré-questionário.

O desenvolvimento do trabalho, estruturado em Três Momentos Pedagógicos, teve como objetivo promover momentos de discussão nas aulas expositivas, reflexão durante a elaboração dos mapas conceituais e mentais, motivação e cooperação no uso do jogo, e investigação e problematização nas atividades experimentais. Essas práticas auxiliaram no desenvolvimento da consciência crítica dos estudantes, seja por meio das atividades relatadas ou pelos seminários elaborados e apresentados.

Durante a atividade de experimentação investigativa, a maioria dos estudantes demonstrou motivação e engajamento, pois foi possível observar a aplicação prática do conhecimento químico nos alimentos. Este momento permitiu que os alunos, como protagonistas, decidissem os alimentos a serem utilizados, manipulassem os reagentes, cronometrarem os tempos e observassem as mudanças de coloração para, a partir dessas observações, elaborarem suas próprias conclusões.

Assim, a atividade experimental investigativa contribuiu significativamente para o desenvolvimento de habilidades e competências, promovendo uma reflexão mais profunda. A formulação de hipóteses e a conclusão dos experimentos facilitaram a compreensão dos conceitos científicos e fenômenos químicos, conectando o conteúdo abordado em sala de aula com a realidade dos estudantes, o que favoreceu sua aprendizagem.

Os resultados indicam que os estudantes finalizaram as atividades mais preparados para adotar uma postura crítica em relação a uma alimentação saudável, além de uma maior compreensão do processo investigativo. A escolha do tema evidenciou a importância da

química no cotidiano, ajudando na formação de cidadãos críticos, capacitados para tomar decisões e exercitar a cidadania.

O desenvolvimento da cartilha como produto educacional teve o propósito de apresentar recursos pedagógicos articulados a temas socialmente relevantes nas aulas de química. A cartilha abordou o uso de mapas conceituais e mentais para auxiliar os estudantes na reflexão e organização dos conteúdos trabalhados, além de destacar a importância de jogos, como o Kahoot, para a revisão e avaliação de tópicos de forma dinâmica. A metodologia de experimentação investigativa foi aplicada com foco na biomolécula carboidrato. Com este material, pretende-se contribuir com o processo de ensino-aprendizagem, utilizando a temática alimentos para contextualizar o ensino de Química e impactar positivamente os alunos e a sociedade em geral.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, J. B.; FERREIRA, D. T.; FREITAS, N. M. Os Três Momentos Pedagógicos como possibilidade para inovação didática. **XI ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS**, pp. 1 - 9. Florianópolis/SC. 2017.

AGUIAR, G. J; CORREIA, M. P. Como fazer bons mapas conceituais? Estabelecendo parâmetros de referências e propondo atividades de treinamento. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, 2013.

ALBA, J.; SALGADO, T. D. M; DEL PINO, J. C.. Estudo de Caso: uma proposta para abordagem de funções da Química Orgânica no Ensino Médio. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**. Ponta Grossa. Vol. 6, n. 2, p. 76-96, 2013.

ALCÂNTARA, N. R. de; FILHO, A. V. de M. Elaboração e utilização de um aplicativo como ferramenta no ensino de bioquímica: carboidratos, lipídios, proteínas e ácidos nucleicos. **Revista de Ensino de Bioquímica**, v. 13, n. 3, 2015.

Almeida, K. N.; Alvim, T. C.; Souza, A. R. M.; Lacerda, G. E.; Alvim, F. A. L. S.; Alvim, J. C. HIDRÓLISE ENZIMÁTICA DA LACTOSE DE PERMEADO DE SORO. **Rev. Inst. Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 70, n. 2, p. 55-63, mar/abr, 2015. DOI: 10.14295/2238-6416.v70i2.363

AMARAL, Edenia Maria Ribeiro; SILVA, João Roberto Ratis Tenório. Sequências Didáticas para o Ensino de Química: Perfis conceituais, resolução de problemas e temas sociocientíficos. **Edupe. il. E-book PDF**, Recife, 2021.

ANDRÉ, Woldney Damião Silva. **Elaboração, aplicação e validação de uma sequência didática à luz do Modelo das Múltiplas Perspectivas – Pernambuco (MoMuP-PE) para a construção de conceitos Bioquímicos**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Biologia, Recife, 2019.

ANASTASIOU, Lea das Graças C. Avaliação, Ensino e Aprendizagem: anotações para ações em currículo com matriz integrativa. In: SILVA, Maria Aínda M. et al. *Novas Subjetividades, Currículo, Docência e Questões Pedagógicas na perspectiva da Inclusão Social*. **PE: ENDIPE**, 2006, p. 69-90.

ANDERSSON, B., et al. Discussing a research programme for the improvement of science Teaching. In: BOERSMA, K. et al. (Ed). **Research and the quality of Science Education**. Dordrecht: Springer. 2005. (pp. 221-230).

ANDRADE, R. S; VIANA, K. S. L. Atividades experimentais no ensino da química: distanciamentos e aproximações da avaliação de quarta geração. **Ciência e Educação** v. 23, n. 2, p. 507-522, 2017.

ANGELILLO, E. **Benedict's Test. Science Film Festival. Knowledge Through Entertainment**. 2022. Disponível em: [https://www.goethe.de/resources/files/pdf286/sff-2022-activity\\_benedicts-test.pdf](https://www.goethe.de/resources/files/pdf286/sff-2022-activity_benedicts-test.pdf). Acesso em: 12/07/2024.

ANJOS, R., PINTO, T. M. (2016) Laboratório com cinco sentidos, **Rev. Ciência Elem.**, 4(02):021. doi.org/10.24927/rce2016.021.

ARAÚJO, Denise Lino de. Entre palavras: **O que é (e como faz) sequência didática?**. 2013. Fortaleza - ano 3, v.3, n.1, p. 322-334. Disponível em: <<http://www.entrepalavras.ufc.br/revista/index.php/Revista/article/view/148>> . Acesso em: 15 abril 2024.

ASTOLFI, J.P.; DEVELAY, M. **A didática das ciências**. 15. ed. Trad. Magda S. S. Fonseca. Campinas: Papirus, 2011.

ASSUMPÇÃO M.H.M.T. et al. Desenvolvimento de um procedimento biamperométrico para determinação de sacarina em produtos dietéticos. **Química Nova**, v. 31, n. 7, p. 1743-1746, ago. 2008.

AUSUBEL, David P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. 1ª Edição PT - 467- jan. de 2003. ISBN 972-707-364-6.

BARBOSA, Flávia Fragoso. **BIODIVERSIDADE DO CERRADO NO ENSINO DE CIÊNCIAS: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA COM ABORDAGEM SOBRE INSETOS**. 2018. 1 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências, Pró-reitoria de Pesquisa e Pós-graduação, Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, 2018.

BARBOSA, L. S.; PIRES, D. A. T. **A IMPORTÂNCIA DA EXPERIMENTAÇÃO E DA CONTEXTUALIZAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS E NO ENSINO DE QUÍMICA**. Revista Técnica e Tecnológica – Ciência, Tecnologia, Sociedade – Instituto Federal de Goiás – Volume 2, número 1, Luziânia, 2016.

BARREIROS, A. L. B. S.; BARREIROS, M. L. **CARBOIDRATOS EXPERIMENTAL. Química das Biomoléculas**. Universidade Federal de Sergipe. 2012. Disponível em: 11250927032012Quimica\_Biomoleculas\_Aula\_02.pdf (ufs.br).

BASTOS, F.; Nardi, R.; Diniz, R. E. S. (2001). Objeções em relação a propostas construtivistas para a educação em ciências: possíveis implicações para a constituição de referenciais teóricos norteadores da pesquisa e do ensino. **In: III Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Atibaia: ABRAPEC.

BAZZO, W., Pereira, L. T. V., e Linsingen, I. V. (2003). **Introdução aos estudos CTS** (Ciência, Tecnologia e Sociedade). Madrid: OEI.

BERG, J.M.; TYMOCZKO, J.L.; STRYER, L. **Bioquímica**. 5. ed. Koogan S.A. Rio de Janeiro: Brasil, 2004.

BITANTE, A.P.; Faria, A.C.; Gaspar, M. A.; Pascual, J. V. I.; Donaire, D. A. **IMPACTOS DA TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA APRENDIZAGEM DOS ALUNOS EM ESCOLAS PÚBLICAS DE SÃO CAETANO DO SUL (SP)**. **HOLOS**. Ano 32, Vol. 08. São Caetano do Sul. 2016. DOI: 10.15628/holos.2016.2876

BONENBERGER, C. J.; SILVA, J.; MARTINS, T. L. C. Uso do tema gerador fumo para o ensino de química na educação de jovens e adultos. **In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, VI, Florianópolis, 2007. Atas...

BRAGA, J. R. A. **Biomoléculas carboidratos, lipídios e proteínas em Coleção Didática de Biologia do Ensino Médio**. Universidade Federal Da Paraíba. Centro De Ciências Exatas E Da Natureza. João Pessoa. 2019.

BRAIBANTE, M. E. F.; SILVA, D.; BRAIBANTE, H. T. S.; PAZINATO, M. S. A Química dos Chás. **Química Nova na Escola**, v. 36, n. 3, p. 168-175, 2014.

BRASIL. Lei nº 5692, Fixa **Diretrizes e Bases para o ensino de 1º e 2º graus**, e dá outras providências. Brasília: MEC, 1971.

BRASIL. Lei nº 9394, **Estabelece as Diretrizes e Bases da educação nacional**. Brasília: MEC, 1996.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília: MEC, 2000.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio)**. Brasília: MEC, 2000.

BRASIL. Parâmetros Curriculares Nacionais+: **Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC, 2000.

BRASIL. **PCN+ Ensino Médio: orientações curriculares complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Linguagens, códigos e suas tecnologias**. Brasília: MEC/SEMTEC, 2002.

BRASIL. Orientações curriculares para o ensino médio. **Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Secretária de Educação Básica** – Brasília: Ministério da Educação, Secretária de Educação Básica, 2006.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação /CEB. **Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Resolução N° 3. Brasília: MEC, 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. **Guia de implementação do Novo Ensino Médio**: MEC, 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. **Programa de Apoio ao Novo Ensino Médio**. Documento Orientador da Portaria Nº 649. Brasília: MEC, 2018.

CAMPOS, Matheus. **Diferença de carboidrato simples e complexos**. São Paulo 2019 Disponível em: <http://www.planvale.com.br/vida-saudavel/1341/diferencadecarboidrato-simples-ecomplexo>. Acesso em: 22 abril 2022.

CANO et al. Livro da IV mostra dos trabalhos de conclusão de curso da especialização em vigilância laboratorial em saúde. Pública. **Mostra dos Trabalhos de Conclusão de Curso da Especialização em Vigilância Laboratorial em Saúde Pública**. Jardim Sérídó/RN. 2023.

CAREY, F. A. **Inorgânic Chemistry**. 4 ed – International Edition. Boston: MC Graw Hill, 1270 p. 2000.

CARVALHO, H. F. **A célula**. Barueri: Manole, 2007.

CAÑAS, G. J. S.; Braibante, M. E. F. A Química dos Alimentos Funcionais. **Química Nova na Escola**, V. 41, n. 3, p. 216-223, 2019.

CORAZZA, S. M. **Tema gerador: concepções e práticas**. Ijuí: Ed. UNIJUÍ, 2003.

CORREIA, P. R. M. et al. A Bioquímica como Ferramenta Interdisciplinar: Vencendo o Desafio da Integração de Conteúdos no Ensino Médio. **Química Nova na Escola**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Química. n. 19, p. 19-23, mai., 2004.

COSTA, E. O. ; LIMA, R. C. S. O USO DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA NO ENSINO DE QUÍMICA COM TEMA REGIONAL CULTIVO DO MARACUJÁ. **ReDiPE: Revista Diálogos e Perspectivas em Educação**, Marabá-PA, v. 5, n. 1, p. 225-239, jan.-jun. 2023.

COSTA, Francielle da Silva Mateus; MIRANDA, Anderson Fernandes de; FALEIRO, Alexandro César. Utilização de mapas mentais e conceituais como ferramenta de aprendizagem significativa para o ensino de citologia. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.8, n.4, p. 23443-23461, apr., 2022. DOI: 10.34117/bjdv8n4-048.

Cunha, M.B., Jogos no ensino de química: Considerações Teóricas para a sua utilização em sala de aula, v. 34, nº 2, 2012.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. 4. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

DOLZ, J. ; NOVERRAZ, M.; SCHNEUWLY, B. Sequências didáticas para o oral e a escrita: apresentação de um procedimento. In: SCHNEUWLY, B; DOLZ, J. Gêneros Oraís e escritos na escola. Trad. e org. ROJO, R.; CORDEIRO, G. S. São Paulo: **Mercado das Letras**, 2004, p. 95-128.

FARIAS, Isabel Maria Sabino de [et al.] **Didática e docência: aprendendo a profissão**. Brasília: Liber Livro, 2009.

FERNANDES, D. **Rubricas de Avaliação**. Ministério da Educação: Lisboa, 2021.

Ferreira, G. L., Costa, V. C., & Araújo, M. H. (2008). **Diminuição do amido em bananas maduras: um experimento simples para discutir ligações químicas e forças** Nacional de Ensino <http://www.quimica.ufpr.br/eduquim/eneq2008/resumos/R0950-1.pdf>.

FERREIRA, Rejane Sousa. **ENSINO DE CARBOIDRATOS - PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA: ADOÇANTES CARBOIDRATOS E NÃO CARBOIDRATOS**. Dissertação (Mestrado) - Mestrado Profissional em Ensino de Biologia – PROFBIO, UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA – UnB, Instituto de Ciências Biológicas – IB. Brasília, 2020.

FIGUEIRA, Angela Carine Moura; ROCHA, João Batista Teixeira.. Concepções sobre proteínas, açúcares e gorduras: uma investigação com estudantes de ensino básico e superior. **Revista Ciências e Ideias**, v. 7, n. 1, 2016.

FRANCISCO JUNIOR, W. E. ; FRANCISCO, W., Proteínas como tema para o ensino de Química, **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 24, p. 12-16, nov. 2006.

FRANCISCO JR., W.E. **Experimentação, modelos e analogias no ensino da deposição metálica espontânea: uma aproximação entre Paulo Freire e aulas de Química**. 2008. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2008.

FRANCO, M. A. S. **Pedagogia da pesquisa-ação**. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 483-502, 2005. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1517-97022005000300011>>. » <https://doi.org/10.1590/S1517-97022005000300011>.

FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**. Paz e Terra S. A. São Paulo: Brasil, 1970.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da Autonomia. Saberes necessários à prática educativa**. 51ªed. Rio de Janeiro: Paz e terra, 2015.

GALANTE, Carlos Eduardo da Silva. **O uso de mapas conceituais e de mapas mentais como ferramentas pedagógicas no contexto educacional do Ensino Superior**. Tese para Obtenção de título de Mestre. Universidade San Carlos. Mercosul, Assunción, 2013.

Galiazzi, M. C.; Rocha, J. M. B.; Schmitz, L. C.; Souza, M. L.; Giesta, S.; Gonçalves, F. P.; **Ciência & Educação** 2001, 7, 249.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. **Métodos de Pesquisa. EAD** – Série Educação a Distância, 1ª ed.; Porto Alegre: UFRGS, 2009.

GHEDIN, E.; FRANCO, M. A. S. **Questões de método na construção da pesquisa em educação** São Paulo: Cortez, 2008.

GIORDAN, Marcelo. **O papel da experimentação no ensino de ciências. Revista Química Nova na Escola**. Nº10, p. 43-49 novembro de 1999.

GIORDAN, Marcelo; GUIMARÃES, Yara AF; MASSI, Luciana. Uma análise das abordagens investigativas de trabalhos sobre sequências didáticas: tendências no ensino de ciências. **Anais do VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 5, 2011.

GOMES, F. R. A., BASTOS, F. G. G., LIMA, J. C. de. (2022). Mapas mentais para o processo de aprendizagem: uma proposta de intervenção. **Revista Do Instituto De Políticas Públicas De Marília**, 7(2), 23–40. <https://doi.org/10.36311/2447-780X.2021.v7.n2.p23>

GONÇALVES, F. P.. Objetivos das atividades experimentais no ensino médio: a pesquisa coletiva como modo de formação de professores de ciências. **Ciência e Educação**, v. 7, n. 2, p. 249-263, 2001.

Gonçalves, T. M. (2022b). Identificação qualitativa do amido por meio do uso da tintura de iodo (2%) em alimentos do cotidiano. Em inovando na arte de ensinar e aprender: o uso de produtos naturais no ensino de química e biologia. pp. 40-51. (1ª ed.) **Quipá Editora**. <https://quipaeditora.com.br/arte-ensinar>.

GUIMARÃES, Cleidson C. Experimentação no ensino de química: caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa. **Revista Química Nova na Escola**. Vol. 31, nº 3, p.198-202, agosto de 2009.

HODSON, D. **Hacia um enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v.12, n. 13, p.299-313, 1994.

JIMENEZ-LISO, M. R. SANCCHES-GUADIX, M. A.; MANUEL, E. T. D. Química cotidiana para la alfabetización científica: realidade o utopia? **Educación Química**, v. 13, n. 4, 2002.

KINALSKI A. C.; ZANON L.B. O leite como tema organizador de aprendizagens em química no ensino fundamental. **Química Nova na Escola**, nº 6, p. 15-19.

LEACH, J.; AMETLLER, J; HIND, A; LEWIS, J; SCOTT, P. Designing and Evaluating Short Science Teaching Sequences: Improving Student Learning . **Research and the quality of science education**. Dordrech: Springer, 2005.

MACHADO, A. H. **Aula de química: discurso e conhecimento**. 2.ed. Ijuí: Ed. Unijuí, 2004.

MACHADO, A. H. e MORTIMER, E. F. **Química para o ensino médio: fundamentos, pressupostos e o fazer cotidiano**. In: ZANON, L. B. e MALDANER, O. A. (Orgs.). Fundamentos e propostas de ensino de química para a educação básica no Brasil. Ijuí: Unijuí, 2007. p. 21-41.

MEHÉUT, Martine. Teaching-Learning Sequences Tools for Learning and/or **Research**. **Créteil IUFM and LDSP-Paris**, University, France, 2005.

Martine Méheut & Dimitris Psillos (2004) Teaching–learning sequences: **Aims and tools for science education research**, **International Journal of Science Education**, 26:5, 515-535, DOI: 10.1080/09500690310001614762.

MARTINELLI, S.S: CAVALLI, S. B. Alimentação saudável e sustentável: uma revisão narrativa sobre desafios e perspectivas. **Ciência & Saúde Coletiva**, 24 (11), p.4251-4261, 2019. <https://doi.org/10.1590/1413-812320182411.30572017>.

MEGID, J NETO . **Origens e desenvolvimento do campo de pesquisa em educação em ciências no Brasil**. In: NARDI, R.; GONÇALVES, T. V. O. A pós-graduação em ensino de ciências e matemática no Brasil São Paulo: ELF, 2014. p. 98-139.

MENESES, J. G. C. et al. **Estrutura e funcionamento da educação básica: Leituras**. São Paulo: Pioneira, 1998.

MORAIS, K. C. **A Química do Perfume: A experimentação no Ensino de Química como estratégia de auxílio na contextualização**. (Trabalho de Conclusão de Curso) Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação. Medianeira/PR, 2012. Disponível em: Acesso em: 02/09/2016.

MOREIRA, M. A. **Teorias de Aprendizagem**. 2. ed. Pedagógica e Universitária LTDA. São Paulo: Brasil, 2011.

MOREIRA, M. A.; SALZANO, E.; Colaboradores. **Aprendizagem Significativa, Condições para ocorrências, e lacunas que levam a comprometimentos**. **Psico - pedagógica LTDA**. São Paulo: Brasil, 2008.

MOURA, B. A.; SILVA, C. C.. Abordagem multicontextual da história da ciência: uma proposta para o ensino de conteúdos históricos na formação de professores. **Revista Brasileira de História da Ciência**, Rio de Janeiro, v. 7, n. 2, p. 336-348, jul./dez. 2014.

MUENCHEN, C. **A disseminação dos Três Momentos Pedagógicos: Um estudo sobre práticas docentes na região de Santa Maria/RS**. Tese de doutorado em Educação Científica e Tecnológica, UFSC - Florianópolis: 2010.

NELSON, D. L.; COX, M.M. Lenhinger. **Princípios de Bioquímica**. 4. ed. Livros médicos LTDA. Brasil, 2006.

NETO, R. F.; VIEIRA, A. A. S. Veracidade da rotulagem quanto a presença de amido baseado em um teste laboratorial em iogurtes nacionais comercializados no sul de Santa Catarina. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**. 80:1-7,e37286. 2021. DOI:10.53393/rial.2021.v.80.37286.

OGASAWARA, W. H., Assai, N. D. de S., & Delamuta, B. H. (2022). **Sequência didática: alimentação balanceada, nutrientes e ligações químicas! Como estão ligados?. Ensino, Saude E Ambiente**, 14(2), 765-783. <https://doi.org/10.22409/resa2021.v14i2.a38585>.

OLIVEIRA, Marly Maria de. **Sequência Didática Interativa no Processo de Formação de Professores**. 2013. Editora Vozes 239 páginas. Disponível em: <<https://docplayer.com.br/5464911-Sequencia-didatica-interativa-formacao-de-professores.html>> . Acesso em: 15 abril. 2024.

OLIVEIRA, N. de; SOARES, M. H. F. B. As atividades de experimentação investigativa em ciência na sala de aula de escolas de ensino médio e suas interações com o lúdico. **In: ENEQ**, 15, 2010. Brasília. Resumos... Brasília: UnB, 2010. 12.

OLIVEIRA, R. O. SANTA MARIA, L. C. MERÇON, F. AGUIAR, M. R. M. P. Preparo e emprego do reagente de Benedict na análise de açúcares: Uma proposta para o Ensino de Química Orgânica. **Química Nova Na Escola**. 2006.

PASSOS, K; et al. O tema carboidratos através da metodologia de estudos de caso: desenvolvimento de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais. **Revista Química Nova**, v. 41, pp. 1 - 9. 2018. <https://doi.org/10.21577/0100-4042.20170263>.

PAZINATO, M. S.; BRAIBANTE, M. E. F. Oficina Temática Composição Química dos Alimentos: Uma Possibilidade para o Ensino de Química. **Química Nova na Escola**, v. 36, n. 4, p. 289-296, 2014.

PEREIRA, D. L. **UM NOVO OLHAR PARA A FÍSICA: CONTEXTUALIZAÇÃO, EXPERIMENTAÇÃO E HISTÓRIA DA CIÊNCIA NO ENSINO**. INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA. PARAÍBA. 2021.

PERJÉSI, P.; ALMASI, A.; ROZMER, Z. **Pharmaceutical chemistry I. Department of Pharmaceutical Chemistry**, 2014. Disponível em: Acesso em: 20 jul. 2024.

PERNAMBUCO, Governo do Estado de Secretária Educação e Esporte. **Currículo de Pernambuco**. Ensino Médio. 2021.

PONTES, A. N. et al. O ensino de química no nível médio: um olhar a respeito da motivação. **XIV Encontro Nacional de Ensino de Química**. Curitiba, PR, 2008.

PONTONE JUNIOR, R. **As atividades prático-experimentais em ciências**. **Presença Pedagógica**, v. 4, n. 24, p. 71-75, nov./dez. 1998.

PORFÍRIO, Darilena Monteiro; OLIVEIRA, Elizabeth de. **A química dos adoçantes**. 2006.

PRSYBYCIEM, M. M. (2015). **A experimentação investigativa em um enfoque CTS no ensino das funções químicas inorgânicas de ácidos e óxidos na temática ambiental**. (Dissertação Mestrado em Ensino de Ciência e Tecnologia). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa.

RIGHI, Marcia Medianeira Toniasso; FORGIARINI, Ana Maria Cera; SALDANHA, Taiana Micaela de Quadros; FOLMER, Vanderlei; SOARES, Félix Alexandre Antunes. Concepções de estudantes do ensino fundamental sobre alimentação e digestão. **Revista Ciências & Ideias**, v. 4, n. 1, 2012.

RODRIGUEZ, P. L. et al. **La Teoría del Aprendizaje Significativo en la Perspectiva de la Psicología Cognitiva**. Octaedro. Barcelona. 2010.

ROCHA, Joselayne Silva; Vasconcelos, Tatiana Cristina. Dificuldades de aprendizagem no ensino de química: algumas reflexões. **XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química (XVIII ENEQ)** Florianópolis, SC, Brasil – 25 a 28 de julho de 2016.

Sá, A. A., Gonçalves, M. I. A., Vasconcelos, T. R., Mendes, M. L. M., Messias, C. M. B. O. (2021). Physical, chemical and nutritional evaluation of flours prepared with pulp and peel of green banana from different varieties. **Brazilian Journal of Food Technology**, 24, e2020020. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.02020>.

SANTOS, Cynthia Ranyelle da Silva; CONCEIÇÃO, Alexandre Rodrigues da; MOTA, Maria Danielle Araújo. A utilização dos mapas mentais como instrumento avaliativo no ensino de biologia. **VI CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO-Realize Eventos**. 2020.

SANTOS, J. C. O.; COSTA, E. O.; LIMA, R. C. S. L.; ARAÚJO, D. S.; SOUSA A. S. Alternative ways in chemistry teaching: Providing the creativity of high school students, **Acad. J. Educ. Res.**, vol. 4, n. 4, p. 069-074, 2016.

SANTOS, Lavinya Junqueira. **Como os alunos estudam: tendências em estilos de aprendizagem dos estudantes dos cursos de Química da UnB. Trabalho de Conclusão de Curso em Ensino de Química**. 2021. vii, [50] f., il. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) – Universidade de Brasília, Brasília, 2021.

Santos, V. M., & Afonso, J. C. (2013). Elemento químico – Iodo. **Química Nova na Escola**. 35(4), 297-298.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; SCHNETZLER, Roseli Pacheco. **Educação em química: compromisso com a cidadania**. Ijuí: Editora da UNIJUÍ, 1997.

SILVA, L. H. A.; ZANON, L. B. A experimentação no ensino de ciências. In: SCHNETZLER, R. P.; ARAGÃO, R. M. R. **Ensino de ciências: fundamentos e abordagens**. Campinas: R. Vieira Gráfica e Editora, 2000. p. 120-153.

SILVA, Marco Antonio Gomes Teixeira da; MACEDO, Suzana da Hora. Mapas mentais no estudo de interconexão de redes de computadores. **Programa Tecnologia-Comunicação-Educação: congregando ações e saberes**, 2015.

SILVA, P. H. F. Leite: Aspecto de composição e propriedades. **Química Nova na Escola**. N.6, p.3-5, nov. 1997.

SILVA, R. R.; MACHADO, P. F. L.; TUNES, E. Experimentar sem medo de errar. In: SANTOS, W. L. P.; MALDANER, O. A. (Orgs). **Ensino de química em foco**. Ijuí: Ed. Unijuí, 2010. P. 231-261.

SILVA, J. R. R. T. da; AMARAL, E. R. do. Concepções sobre substância: relações entre contextos de origem e possíveis atribuições de sentidos. **Revista Nova na Escola**, v. 38, n. 1, pp. 70 - 78. 2016.<https://doi.org/10.5935/0104-8899.20160011>.

SILVA, S. M. da, Santos, N. F., Coelho, R. T. R., Silva, A. A. da, Pereira, D. B. da S., & Gomes, A. D. T. (2018). Explorando o tema "Alimentação" para o ensino de bioquímica. **Revista Debates Em Ensino De Química**, 4(1), 148–179. Recuperado de <https://www.journals.ufrpe.br/index.php/REDEQUIM/article/view/1350>.

SILVA, V. C. P. O. **A QUÍMICA DAS FESTAS COMO TEMA GERADOR NO ENSINO DE QUÍMICA**. UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS. 2021.

SILVA, V. G. **A IMPORTÂNCIA DA EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA E CIÊNCIAS**. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Estadual Paulista – UNESP. Bauru 2016.

SOUZA, K. A. F.; NEVES, V. A. **Pesquisa de polissacarídeos: reação com iodo**. Disponível: [http://www.fcfar.unesp.br/alimentos/bioquímica/praticas\\_ch/teste\\_amido.htm](http://www.fcfar.unesp.br/alimentos/bioquímica/praticas_ch/teste_amido.htm). Acesso em: 14/07/2024.

SOUZA, L. I; ALMEIDA, N. I; RIBEIRO, F. A. B. Museu do açúcar": uma proposta didática de ensino dos carboidratos para o ensino médio. **Revista Scientia Naturalis**, v. 1, n. 2, pp. 249 - 266. 2019.

SOUZA, Nadia Aparecida; BORUCHOVITCH Evely. Mapa conceitual: seu potencial como instrumento avaliativo. **Pro-Posições**, Campinas, v. 21, n. 3 (63), p. 173-192, set.dez. 2010.

Suárez, S. J. A; Braibante, F. M. E. (2021). Oficina temática carboidratos, utilizando os três momentos pedagógicos como estratégia didática para a aprendizagem de química. **Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias**, 16(3), 622-635. DOI: <https://doi.org/10.14483/23464712.17627>.

VELOSO, R. C. Carboidratos garantem energia e boa alimentação. **Alimentarium, Saúde e Alimentação**. 2009.

WARTHA, Edson José.; SILVA, EL da.; BEJARANO, N. R. R. Cotidiano e contextualização no ensino de química. **Química nova na escola**, v. 35, n. 2, p. 84 - 91, 2013.

WILMO, E. Francisco. Jr., FERREIRA, Luis H., HARTWIG, Dácio R. Experimentação Problematizadora: Fundamentos Teóricos e Práticos para a Aplicação em Salas de Aula de Ciências. **Revista Química Nova na Escola**, nº30, p. 34-41 novembro 2008.

XAVIER, Thiago da Conceição. **A aplicação do Brainstorming nas aulas de Geografia**. Relatório de estágio (Mestrado em Ensino de Geografia) – Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2018.

YOUNG, R. Knowledge **Management. Tools and Techniques Manual**. Asian Productivity Organization. Tokyo. 2020. Disponível em: <https://www.apo-tokyo.org/publications/knowledge-management-tools-and-techniques-manual/> (Obra original) <https://doi.org/10.61145/COEE1851>.

ZABALA, Antoni. A Prática Educativa. **Como Ensinar**. São Paulo: Artmed, 1998.

ZANON, D. P., ALTHAUS, M. T. M. Possibilidades didáticas do trabalho com o seminário na aula universitária. In: **VIII Encontro de Pesquisa em Educação da Região Sul**. 2010.

ZANON, L. B; MALDANER, O. A. **Fundamentos e Propostas de Ensino de Química para a Educação Básica no Brasil**. Ijuí: UNIJUÍ, 2007.

ZOMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. **Atividades investigativas para as aulas de ciências: Um diálogo com a teoria da Aprendizagem Significativa**. Curitiba: Appris, 2016.

# 7. APÊNDICES

## APÊNDICE A – TEMPESTADE DE PALAVRAS.



Defina alimento com uma palavra!  
12 Responses



## APÊNDICE B – SLIDES SOBRE DIFERENÇA ENTRE MAPA MENTAL E MAPA CONCEITUAL.



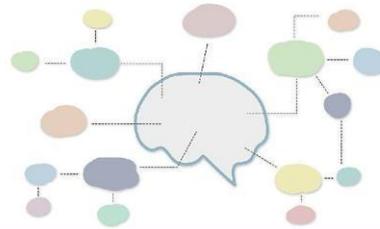
EREM – José Pereira Burgos



Mapa conceitual x Mapa Mental



### Mapa conceitual x Mapa Mental

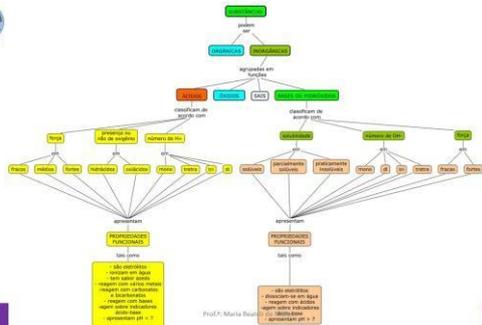
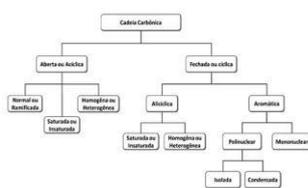


Prof.ª Maria Beatriz de Moraes

Prof.ª Maria Beatriz de Moraes



### Mapa Conceitual

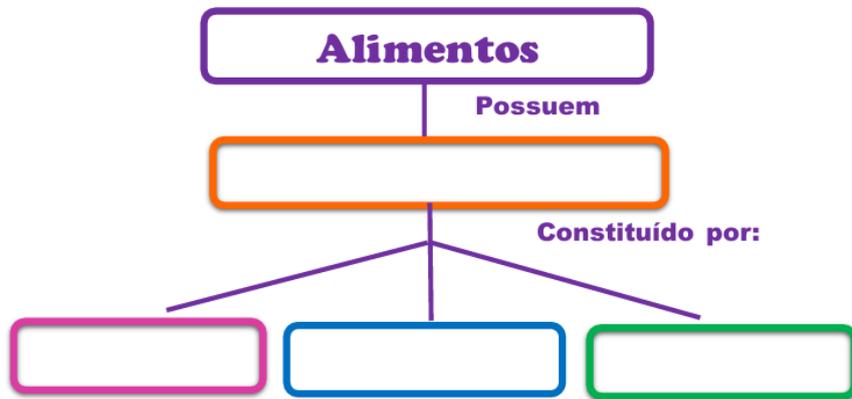


Prof.ª Maria Beatriz de Moraes

Prof.ª Maria Beatriz de Moraes

**Agora é sua vez!  
Construa seu mapa conceitual**

APÊNDICE C – ARQUIVO IMPRESSO PARA OS ALUNOS DESENVOLVEREM SEUS MAPAS CONCEITUAIS (INICIAL E FINAL).



## APÊNDICE D – PRÉ E PÓS-QUESTIONÁRIO.



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO - UFRPE  
ESCOLA DE REFERÊNCIA EM ENSINO MÉDIO JOSÉ PEREIRA BURGOS



**Título da atividade:** Análise do nível de desenvolvimento real dos estudantes sobre a química de carboidratos, bem como funções orgânicas em alimentos.

**Escola:** Escola De Referência Em Ensino Médio José Pereira Burgos – EREM-JPB

**Disciplina:** Eletiva      **Série:** 3º ano      **Aluno:** \_\_\_\_\_      **Data:** \_\_\_/\_\_\_/2023

### Pré-Questionário

1. Como você descreveria sua compreensão atual em relação aos alimentos e sua importância para a saúde e bem-estar?

---

---

2. Liste três exemplos de alimentos que você considera saudáveis e explique as razões por trás de suas escolhas.

---

---

3. Quais critérios você utiliza para avaliar se um alimento é saudável ou não?

---

---

4. Além de saciar a fome, quais outras razões você acredita que levam as pessoas a se alimentarem?

---

---

5. Em sua opinião, o que caracteriza uma alimentação saudável? Você considera que sua própria alimentação se enquadra nesse padrão?

---

---

6. Analisando o café da manhã típico, composto por pão, manteiga, frutas, café e leite, quais substâncias químicas você acredita que compõem cada um desses alimentos?

---

---

7. Quais tipos de biomoléculas (macromoléculas) você acredita que estão presentes nos alimentos que consumimos?

---

---

8. Por que você acha que os alimentos são frequentemente comparados a combustíveis essenciais para a vida humana? Como essa analogia pode nos ajudar a entender a importância da nutrição?

---

---

9. Explique sua compreensão sobre o termo "carboidratos". O que você sabe sobre a função dos carboidratos em nossa dieta?

---

---

10. Qual é a constituição química básica dos carboidratos?

---

---

11. Identifique os grupos funcionais que estão presentes nas moléculas de carboidratos.

---

---

12. Dê exemplos de três alimentos que contêm carboidratos.

---

---

13. Qual é a importância dos carboidratos para o funcionamento saudável do organismo?

---

---

14. Como os carboidratos fornecem energia e suportam diversas funções biológicas?

---

---

15. Quais problemas o consumo excessivo de carboidratos pode ocasionar ao ser humano?

---

---

APÊNDICE E. SLIDES DA AULA EXPOSITIVA-DIALOGADA SOBRE ALIMENTOS (IMPORTÂNCIA, COMPOSIÇÃO, SÍNTESE E DEGRADAÇÃO).

EREM - José Pereira Burgos  
Eletiva  
**OS COMBUSTÍVEIS DA VIDA**  
Prof.ª. Maria Bábica de Moraes

### EMENTA DA ELETIVA

**TÓPICO 1**

BIOQUÍMICA DOS ALIMENTOS  
MOLECULAS BIOLÓGICAS

CARBOIDRATOS	LIPÍDIOS
PROTEÍNAS	VITAMINAS
SAIS MINERAIS	GRAU DE PROCESSAMENTO

### "O Homem Vitruviano"

Uma das obras mais significativas do mundo

Representa o ideal de beleza e a harmonia nas proporções

Antigo mestre da Ópera Nacional, **Marcus Vinícius Palla** (30 e 72 An)

**Leonardo da Vinci**

Renascença

Objetivo: Combinação do arte e ciência

Inspiração: Grande a vontade para explicar a física do homem. Entender a distribuição das estruturas

Atual momento: Simples

Aplicação: a arquitetura

Propriedade: Propriedade dos corpos

## INTRODUÇÃO

Por que nós precisamos comer bem, beber água e respirar para sobreviver?

**Reações de Biossíntese**

**Redução**

**O que é a combustão?**

Matéria orgânica + gás oxigênio → gás carbônico + água + energia

**COMBUSTÍVEL**      **COMBURENTE**

Ex: álcool, pedaço de madeira, papel, madeira, gasolina ⇒ Possuem C, H e O

?? ? ? ?

✳ É correto dizer que os alimentos funcionam como combustíveis para liberar energia nos seres vivos quando oxidados?

**RESPIRAÇÃO AERÓBIA**

REAÇÃO DE COMBUSTÃO

$$C_6H_{12}O_6 + 6 O_2 \longrightarrow 6 CO_2 + 6 H_2O + \text{energia}$$

Glucose e outras moléculas orgânicas que contêm C, H e O

**ESSENCIAL À VIDA!**

**RESPIRAÇÃO CELULAR**

$$C_6H_{12}O_6 + O_2 \longrightarrow CO_2 + H_2O + \text{energia}$$

matéria orgânica + gás oxigênio      respiração celular      gás carbônico + água

Quais substâncias estão presentes nos alimentos?

### Moléculas biológicas

**Os alimentos podem conter:**

- **Carboidratos** → açúcares, amido, celulose (função energética e estrutural)
- **Lípidios** → óleos, gorduras, colesterol (função energética e estrutural)
- **Proteínas** → polímeros de aminoácidos (função estrutural, de defesa, de transporte e reguladora)
- **Ácidos nucleicos** → DNA e RNA (hereditariedade)
- **Vitaminas** (moléculas reguladoras não sintetizadas no organismo)
- **Sais minerais** (ions reguladores)




### O que constitui o chocolate ouro branco?




#### INFORMAÇÃO NUTRICIONAL

Porção de 100g (arroz)

Quantidade por porção (%)	Valor
Valor energético	358 kcal
Carboidratos	74g
Proteínas	7,4g
Lípidios	2,5g
Fibras totais	1,2g
Água	17,9g

\* Valores máximos recomendados por dia de ingestão de fibra, baseados nos estudos de saúde de longo prazo, de indivíduos saudáveis. \*\* Não exceder.

### Que substâncias estão presentes nos alimentos?

Tabela 1. Valor energético e composição nutricional de diferentes tipos de ARROZ CRU (100g)

Energia e nutrientes	100g de arroz integral	100g de arroz parbolado	100g de arroz branco (polido)
Valor energético	359 kcal	364 kcal	391 kcal
Proteínas	7,6g	8,4g	8,7g
Amido (carboidrato)	74g	81g	88g
Lípidios	2,5g	0,7g	0,4g
Fibras totais	1,2g	4,3g	2,9g

Fonte: adaptado de Morch (2004).




### Que substâncias estão presentes nos alimentos?



Quantidade por porção (%)	Valor
Valor energético	100 kcal
Carboidratos	10g
Proteínas	4g
Lípidios	4g
Fibras totais	0,5g
Água	75g



Quantidade por porção (%)	Valor
Valor energético	100 kcal
Carboidratos	10g
Proteínas	4g
Lípidios	4g
Fibras totais	0,5g
Água	75g

### Que substâncias estão presentes nos alimentos?



De onde vem a energia dos alimentos?

### FOTOSSÍNTESE

Energia da LUZ

Gás Oxigênio -  $O_2$

GLICOSE  $C_6H_{12}O_6$

Gás Carbônico -  $CO_2$

ÁGUA -  $H_2O$

$6 CO_2 + 12 H_2O \xrightarrow{\text{energia luminosa}} C_6H_{12}O_6 + 6 H_2O + 6 O_2$

### CADEIA ALIMENTAR

#### FLUXO DE ENERGIA

Sol

Energia

Produtor

Consumidor Primário

Consumidor Secundário

Decompositores

### FOTOSSÍNTESE / RESPIRAÇÃO

**FOTOSSÍNTESE**

Cloroplasto

$CO_2 + H_2O \xrightarrow{\text{energia solar}} C_6H_{12}O_6 + O_2$

absorve gás carbônico

libera gás oxigênio

**RESPIRAÇÃO**

Mitocôndria

$C_6H_{12}O_6 + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$

absorve gás oxigênio

libera gás carbônico



**Como gastamos a energia que ingerimos?**



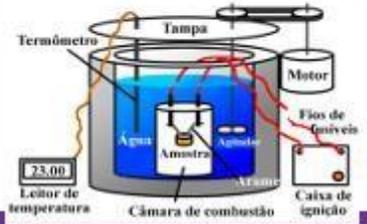




**Como determinar o valor calórico?**



### Calorímetro bomba



### Como medir energia?

- Calorias
- Joule



### Nova pirâmide alimentar (2010)



**Que partículas formam a vida?**

**WHAT is a Human MACHINE?**

**Níveis de organização dos seres vivos**

Unidade básica  
↓  
Unidade complexa

The slide features two main visual elements. On the left, a human silhouette is filled with intricate golden gears and mechanical parts, set against a black background with the text 'WHAT is a Human MACHINE?'. On the right, a diagram titled 'Níveis de organização dos seres vivos' (Levels of organization of living beings) shows a progression from a single cell to a complex organism. It includes illustrations of a cell, a tissue, an organ, and a whole human body. A green arrow points downwards from the text 'Unidade básica' (Basic unit) to 'Unidade complexa' (Complex unit), indicating the flow of biological organization.

O corpo humano adulto é formado por 7 octilhões (ou 7.000.000.000.000.000.000.000.000) de átomos.

The slide features a central image of Leonardo da Vinci's 'Vitruvian Man' drawing. The figure is inscribed within a circle and a square. The text is overlaid on the left side of the drawing.

APÊNDICE F. SLIDES DA AULA EXPOSITIVA-DIALOGADA SOBRE CARBOIDRATOS (DEFINIÇÃO, ORIGEM, FUNÇÃO NOS ORGANISMOS VIVOS, COMPOSIÇÃO QUÍMICA, FUNÇÕES ORGÂNICAS PRESENTES, TIPOS E AS CLASSIFICAÇÕES).

### CARBOIDRATOS

- ✓ Biomoléculas mais abundante na face da terra.
- ✓ Fonte de energia mais aproveitável pelo organismo.
- ✓ Fornece cerca de 4,02 kcal/g de energia.

### CARBOIDRATOS

OUTRAS DENOMINAÇÕES:

- Hidratos de carbono;
- Glícidos, glicídios ou glucídios;
- Açúcares.

Carboidratos: Compostos que consistem em açúcares simples ou múltiplos. O nome vem de "carbônio" e "água", sua abreviação química é de C<sub>n</sub>H<sub>2n</sub>O<sub>n</sub>, pois sua molécula contém Carbono (C), Hidrogênio (H) e Oxigênio (O).

### Composição Fórmula molecular ESTRUTURA DOS CARBOIDRATOS

**Composição**

- C** Carbono
- H** Hidrogênio
- O** Oxigênio

**Fórmula molecular**

$C_6H_{12}O_6 \rightleftharpoons C_6(H_2O)_6$

glicose glicose

**Glucose**

- Hydrogen
- Carbon
- Oxygen

**ESTRUTURA DOS CARBOIDRATOS**

**R-C-H**

**Aldeído**

- Carbonila primária

**-C-C-C-**

**Cetona**

- Carbonila secundária

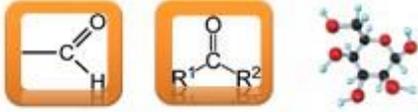
**-C-OH**

**Álcool**

- Hidroxila ligada a carbono saturado

## CARBOIDRATOS: DEFINIÇÃO QUÍMICA

Carboidratos são polihidroxicetonas ou polihidroxialdeídos. Compostos que contêm grupos aldeído/cetona em sua fórmula estrutural.



## Funções dos carboidratos

<p><b>✓ FONTE DE ENERGIA</b></p> <p>Principal combustível energético de células de animais, nervos, cérebro, fígado e músculos.</p>	<p><b>✓ COMPONENTE ESTRUTURAL</b></p> <p>Glicoproteínas, fibras e desmorrinos.</p>
<p><b>✓ DETOX/LUBRIFICANTE</b></p> <p>Ácido Glicólico - desmorrino Ácido Hialurônico - lubrificante</p>	<p><b>✓ OUTRAS FUNÇÕES</b></p> <p>Precursores de proteínas, Atividade Metabólica Reguladora das Funções Imunárias</p>

## Funções dos carboidratos

## Fonte de energia

Os carboidratos são absorvidos rapidamente pelo organismo e por isso sua energia é liberada logo após a ingestão. Diferente das proteínas, cuja digestão é mais lenta.

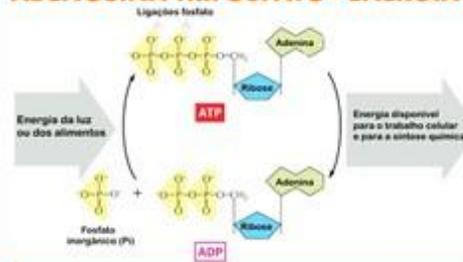


## COBUSTÍVEL PARA O CÉREBRO

O cérebro não armazena glicose e dessa maneira depende minuto a minuto de um suprimento de glicose sanguínea. Uma interrupção prolongada pode causar danos irreversíveis ao cérebro.

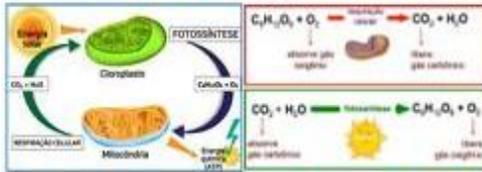


## ADENOSINA TRIFOSFATO - ENERGIA





## Produção dos carboidratos



Os vegetais são autossuficientes na produção de carboidratos. Os animais produzem alimentos a partir de células vegetais (os animais herbívoros) para obter glicose e O<sub>2</sub> para produzir energia para suas reações metabólicas.

Alimentos fontes de carboidratos são provenientes quase exclusivamente de fontes vegetais. O leite e o mel são exceções de fontes de carboidratos de origem animal.

Através da fotossíntese, as plantas combinam dióxido de carbono, água e energia solar para formar glicose.



## Classificação dos carboidratos



## Classificação dos carboidratos

- MONOSSACARÍDEO**  
+ Uma unidade de açúcar
- OLIGOSSACARÍDEO**  
+ 2 a 30 unidades de açúcar  
+ Ex.: Dissacarídeo
- POLISSACARÍDEO**  
+ Acima de 20 unidades

## CARBOIDRATOS



### MONOSSACARÍDEOS

Contêm uma unidade de açúcar. São eles: glicose, frutose e galactose.

### DISSACARÍDEOS

Pares de açúcares simples ligados. São eles: lactose (galactose + glicose), sacarose (frutose + glicose) e maltose (glicose + glicose).

### POLISSACARÍDEOS

Carboidratos complexos. Compostos por longas cadeias de unidades de glicose. Exemplo: amido, glicogênio, fibras alimentares.

## MONOSSACARÍDEOS



**Mão podem ser hidrolizados carboidratos mais simples.**

**Fórmula geral  $C_nH_{2n}O_n$**

**Glicose, Frutose, Galactose**

**MONOSSACARÍDEOS**

**Açúcares mais simples.**

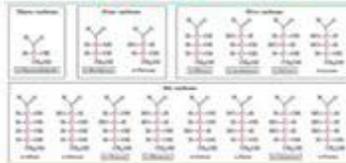
**MONOSSACARÍDEOS**

- ✓ A glicose é um açúcar simples constituída por uma única unidade de polihidroxiáldeído.
- ✓ Duas famílias de monossacarídeos: (Aldoses) e (Cetoses).
- ✓ A glicose é um aldo-hexose.



**CLASSIFICAÇÃO DOS MONOSSACARÍDEOS**  
(quanto ao número de monômeros)

• **Fórmula Geral:**



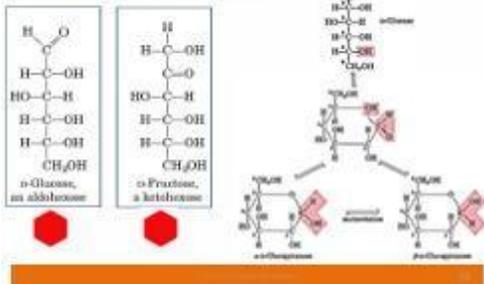
**MONOSSACARÍDEOS**

□ O nome genérico do monossacarídeo é dado baseado no número de carbonos mais a terminação "OSE".

Nº de carbonos	Fórmula	Nome
3	$C_3H_6O_3$	Triose
4	$C_4H_8O_4$	Tetrose
5	$C_5H_{10}O_5$	Pentose
6	$C_6H_{12}O_6$	Hexose
7	$C_7H_{14}O_7$	Heptose

Podem ser classificados ainda como aldoses ou cetoses.

**MONOSSACARÍDEOS**



**CLASSIFICAÇÃO DOS MONOSSACARÍDEOS**  
(quanto ao número de monômeros)

• Açúcares Fundamentais (não necessitam de qualquer alteração para serem absorvidos)

- BOCA**  
Sua digestão: Celulose  
Sua digestão: Celulose, amido
- ESTÔMAGO**  
Sua digestão: Celulose, amido, glicogênio
- INTESTINO DELGADO**  
Sua digestão: Celulose, amido, glicogênio  
Sua digestão: Celulose, amido, glicogênio, lactose, maltose, sacarose, frutose, galactose, glicose

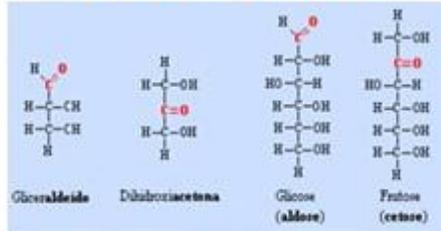


## MONOSSACARÍDEOS

• PROPRIEDADES:

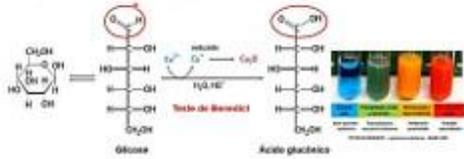
- ✓ Solúveis em água e insolúveis em solventes orgânicos;
- ✓ Brancos e cristalinos;
- ✓ Maioria com sabor doce;
- ✓ Estão ligados à produção energética.

## Aldose x Cetose



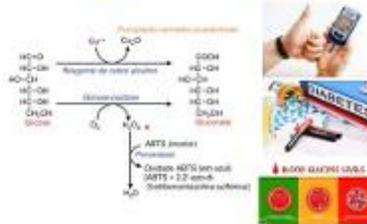
## MONOSSACARÍDEOS SÃO AÇÚCARES REDUTORES

- Os monossacarídeos podem ser oxidados por agentes oxidantes relativamente suaves, como o íon cuproso ( $\text{Cu}^{2+}$ )
- Apresentam um grupo aldeído ou cetona livre que pode ser oxidado
- O grupo carbonil do aldeído é oxidado a um grupo carboxil

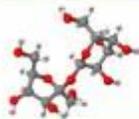


- Alguns açúcares de cinco e seis carbonos são caracterizados de açúcares redutores.
- Princípio do método de dosagem de glicemia.

## Dosagem de glicemia



## DISSACARÍDEOS



Sofrem hidrólise para formar 2 monossacarídeos

Fórmula geral  $\text{C}_n(\text{H}_{2n}\text{O})_2$

**DISSACARÍDEOS**

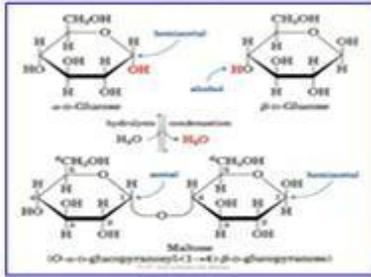
SACAROSE (açúcar de mesa)

LACTOSE (açúcar do leite)

MALTOSE (açúcar de malte)

Hidrólise ( $\text{H}_2\text{O}$ )

## Ligação glicosídica



## DISSACARÍDEOS

DISSACARÍDEO	COMPOSIÇÃO	FONTE
<b>Maltose</b>	Glicose + Glicose	Cereais
<b>Sacarose</b>	Glicose + Frutose	Cana-de-açúcar
<b>Lactose</b>	Glicose + Galactose	Leite

## DISSACARÍDEOS

- Lactose** (galactose + glicose): Leite
- Sacarose** (glicose + frutose): Cana e beterraba
- Maltose** (glicose + glicose): Hidrólise do amido.Cerveja e líquidos do malte.

## DISSACARÍDEOS

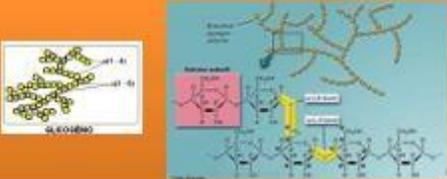
## Isomaltulose ou Palatinose

Apúcar de mesa	isômero da sacarose
Apúcar redutor	Múltiplas das características
Não é cariogênico	Menor estabilidade (industrialmente)
Apúcar nutricional, absorve, fonte de energia	Baixo índice glicêmico
Saúde para diabéticos	Controle da insulina



### Polissacarídeos - Glicogênio

**Glicogênio** (cadeia ramificada): reserva de energia em animais.  
Hidrolisado à glicose:



### Polissacarídeos

#### GLICOGÊNIO

- Polissacarídeo de reserva energética
- Formado por cadeias ramificadas de glicose
- Armazenado no fígado e músculos
- Importante papel na manutenção da glicemia.




### Polissacarídeos - Celulose

**Celulose** (polímeros de glicose-cadeia linear): estrutura para células vegetais, para humano, valor estrutural e não nutricional.





### Polissacarídeos

#### CELULOSE

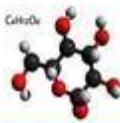
- Principal constituinte das paredes celulares e tecido de sustentação
- Não é hidrolisado em seres humanos
- Insolúvel em água
- Encontrada em cascas de frutas/vegetais, folhosos e cereais integrais.



### TIPOS DE CARBOIDRATOS

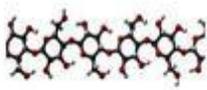
#### SIMPLES

Alcance, incluindo unidades isoladas e porções ligadas. A unidade básica é uma molécula de 6 carbões - monossacarídeo.



#### COMPLEXOS

Cadeias longas de unidades de açúcares, formadas amido, glicogênio ou fibra - polissacarídeos.



#### Carboidratos simples

são absorvidos rapidamente



#### Carboidratos complexos

são digeridos lentamente





**Classificação:**

- Baixo Índice Glicêmico: menor que 55
- Médio Índice Glicêmico: entre 56 e 69
- Alto Índice Glicêmico: 70 ou mais

**IG**

**Índice glicêmico**

NÍVEL DE GLUCOSE SANGÜÍNEA

ALTO IG

BAIXO IG

TEMPO (HORAS)

**DIABETES TESTING**

**FIBRAS**

MAIOR PARTE DAS FIBRAS SÃO POLISSACARÍDEOS. SÃO UNIDADES DE AÇÚCARES COM LIGAÇÕES QUE AS ENZIMAS DIGESTIVAS DOS HUMANOS NÃO QUEBRAM. AS MAIS CONHECIDAS SÃO A CELULOSE, HEMICELULOSE E PECTINA.

As bactérias intestinais fermentam os carboidratos remanescentes do digestão em produtos que são absorvidos, contribuindo com algum valor energético e sendo importante para efeitos na saúde humana.

**Fibras insolúveis:** Estruturas fibrosas de frutas, vegetais e grãos. Componentes indigeríveis e que não se dissolvem em água.

**Fibras solúveis:** Componentes fibrosos que se dissolvem em água com características gelatinosas. Exemplo: pectina das frutas, usada para fabricação de geléias.

**Celulose**

**CÉLULOSE**

Fibras dietéticas são ricas em celulose, que não podem ser digeridas pelos seres humanos.

Presença de fibras na alimentação resulta de efeitos fisiológicos benéficos.

**FIBRAS NA DIETA**

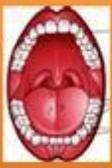
- Polissacarídeos não digeríveis (fibras)
- Reduz a constipação e a formação de hemorroidas;
- Aumenta a motilidade intestinal, diminuindo exposição a carcinógenos;
- Diminui a absorção de gorduras e colesterol da dieta;
- Retarda o esvaziamento gástrico, gera sensação de saciedade.



## CARBOIDRATOS

Metabolismo, digestão e absorção

- Digestão inicia-se durante a mastigação
- Ação mecânica
- Ação enzimática (amilase salivar)




## CARBOIDRATOS

- Polissacarídeos não digeríveis (fibras)
- Fermentados por bactérias
- Amido resistente: parte do amido não digerido (batatas, cereais e legumes) no intestino delgado
- Fermentado por bactérias, tem como produto final ácidos graxos de cadeia curta e alguns gases.



## Carboidratos

Células do epitélio - absorvem no lúmen  
 molécula pequena (do tamanho de água) - secretada pelas glândulas salivares  
 Quimo na língua até 5-10 min após ingestão de alimentos  
 Nutrientes são malabsorvidos e oligossacarídeos  
 O ácido clorídrico penetra dentro da célula, não penetra o citoplasma  
 produzido na mitocôndria - ligação até 2-34 que absorvem água e moléculas de glicose  
 A amilase salivar continua atuando até chegar no estômago, onde os ácidos o inibem por pH baixo.

APÊNDICE G. EXERCÍCIO SOBRE IDENTIFICAÇÃO DE FUNÇÕES BIOQUÍMICAS E GRUPOS FUNCIONAIS.



Escola de Referência em Ensino Médio José Pereira Burgos  
 Disciplina: Eletiva – OS COMBUSTÍVEIS DA VIDA  
 Prof.ª : Maria Beatriz de Moraes

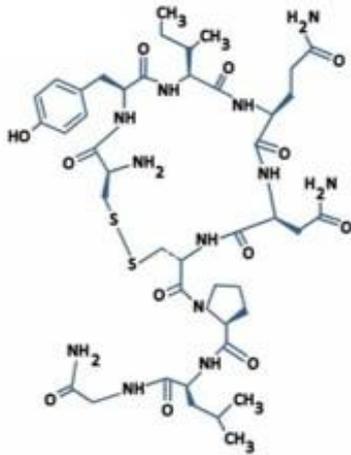


Aluno (a): \_\_\_\_\_

EXERCÍCIO SOBRE IDENTIFICAÇÃO DE FUNÇÕES BIOQUÍMICAS E GRUPOS FUNCIONAIS

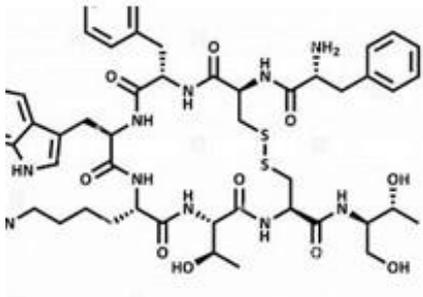
1 - Nas moléculas abaixo, determine a função bioquímica e os grupos funcional.

a) Oxitocina



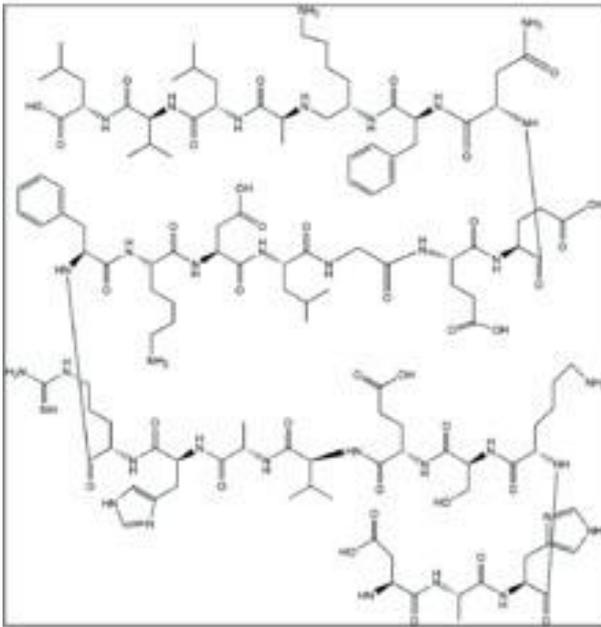
- Função bioquímica  
\_\_\_\_\_
- Grupos funcionais:  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

b) Insulina



- Função bioquímica  
\_\_\_\_\_
- Grupos funcionais:  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

c) Albumina



- Função bioquímica

\_\_\_\_\_

- Grupos funcionais:

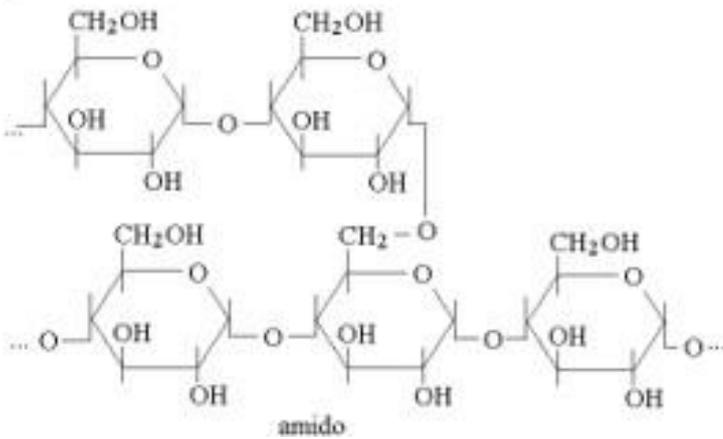
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

d) Amido



- Função bioquímica

\_\_\_\_\_

- Grupos funcionais:

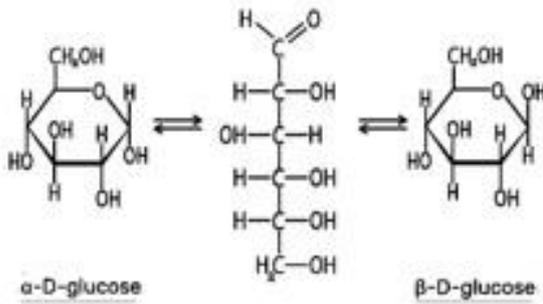
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

e) Glicose



- Função bioquímica

- Grupos funcionais:

---



---

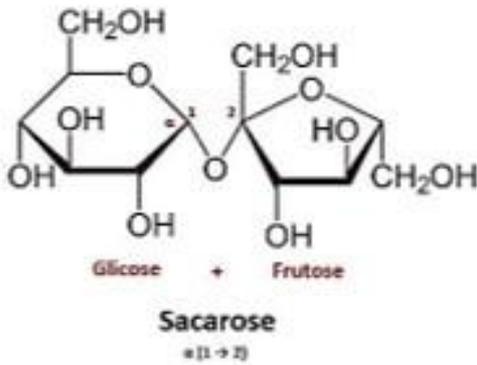


---



---

f) Sacarose



- Função bioquímica

- Grupos funcionais:

---



---

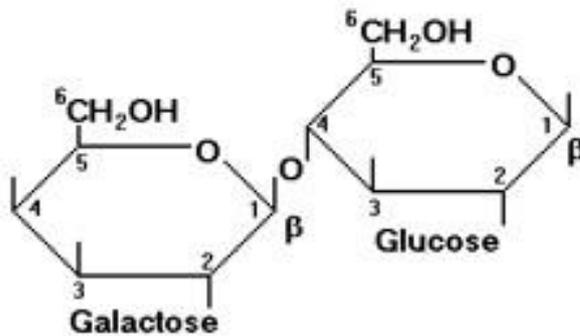


---



---

g) Lactose



- Função bioquímica

- Grupos funcionais:

---



---

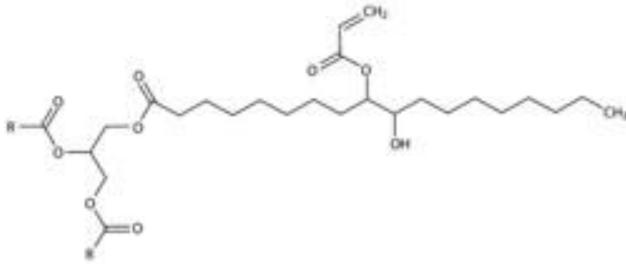


---



---

**h) Óleo de soja**



- **Função bioquímica**

\_\_\_\_\_

- **Grupos funcionais:**

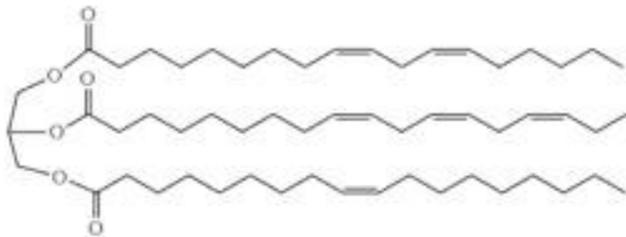
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**i) Ômega 3**



- **Função bioquímica**

\_\_\_\_\_

- **Grupos funcionais:**

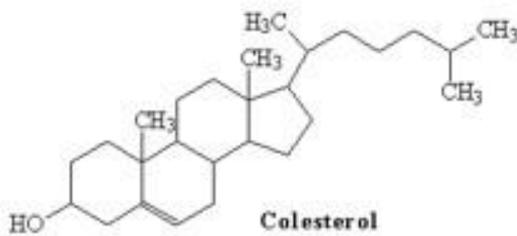
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**j) Colesterol**



- **Função bioquímica**

\_\_\_\_\_

- **Grupos funcionais:**

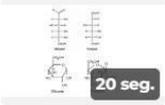
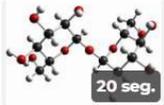
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## APÊNDICE H. PERGUNTAS DO QUIZ DO JOGO KAHOOT.

Perguntas (25)	Mostrar respostas
1 - Quiz Biomolécula mais abundante no planeta terra:	 20 seg.
2 - Quiz Outras denominações para os carboidratos pode ser?	 20 seg.
3 - Quiz Os carboidratos são constituídos por átomos de:	 20 seg.
4 - Quiz Quais grupos funcionais estão presentes nos carboidratos?	 20 seg.
5 - Quiz Qual o nome do açúcar presente no DNA e RNA?	 20 seg.
6 - Quiz O ácido desoxirribonucleico (DNA) se diferencia do ácido ribonucleico (RNA) pela ausência de _____ no carbono 2:	 20 seg.
7 - Quiz Os carboidratos são o produto de qual reação:	 20 seg.
8 - Quiz Quais os únicos carboidratos de origem animal?	 20 seg.
9 - Quiz Quanto a classificação dos carboidratos. Um oligossacarídeo apresenta entre:	 20 seg.
10 - Quiz Qual dos carboidratos não sofre reações de hidrólise?	 20 seg.

11 - Quiz

Os monossacarídeos são os açúcares mais simples. Na sua estrutura os monossacarídeos apresentam de:



12 - Quiz

O nome genérico do monossacarídeo é dado baseado no número de carbonos mais a terminação (sufixo):



13 - Quiz

Todo monossacarídeo na presença do reagente de Benedict são:



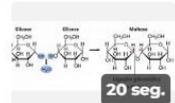
14 - Quiz

Dois monossacarídeos podem realizar uma ligação denominada de \_\_\_\_\_ para formar um dissacarídeo.



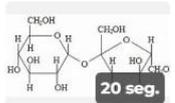
15 - Quiz

A ligação entre dois monossacarídeos ocorre pela saída de uma \_\_\_\_\_ e um \_\_\_\_\_ pelo processo denominado de \_\_\_\_\_.



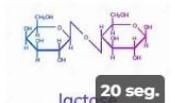
16 - Quiz

Um dos dissacarídeos mais utilizados é a sacarose que resulta da ligação entre:



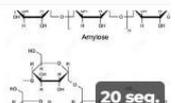
17 - Quiz

O dissacarídeo, lactose, é o açúcar presente no leite responsável por ocasionar intolerância ou alergia devido:



18 - Quiz

O amido, o glicogênio e a celulose são:



19 - Quiz

O amido pode ser utilizado para adubar produtos lácteos originando mais consistência. O lugol identifica o amido pois

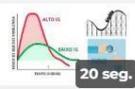


20 - Quiz

Em relação a liberação de glicose no organismo, os carboidratos podem ser simples e complexos. O que diferencia ambos é:



21 - Quiz  
Os alimentos que apresentam alto índice glicêmico são:



22 - Quiz  
Os polissacarídeos que apresentam ligações que as enzimas digestivas humanas não quebram, são chamados de:



23 - Quiz  
O teste químico utilizado para diferenciar monossacarídeos de dissacarídeos é o reagente de:



24 - Quiz  
Os testes que são ativos para ALDOSES e CETOSSES, respectivamente são:

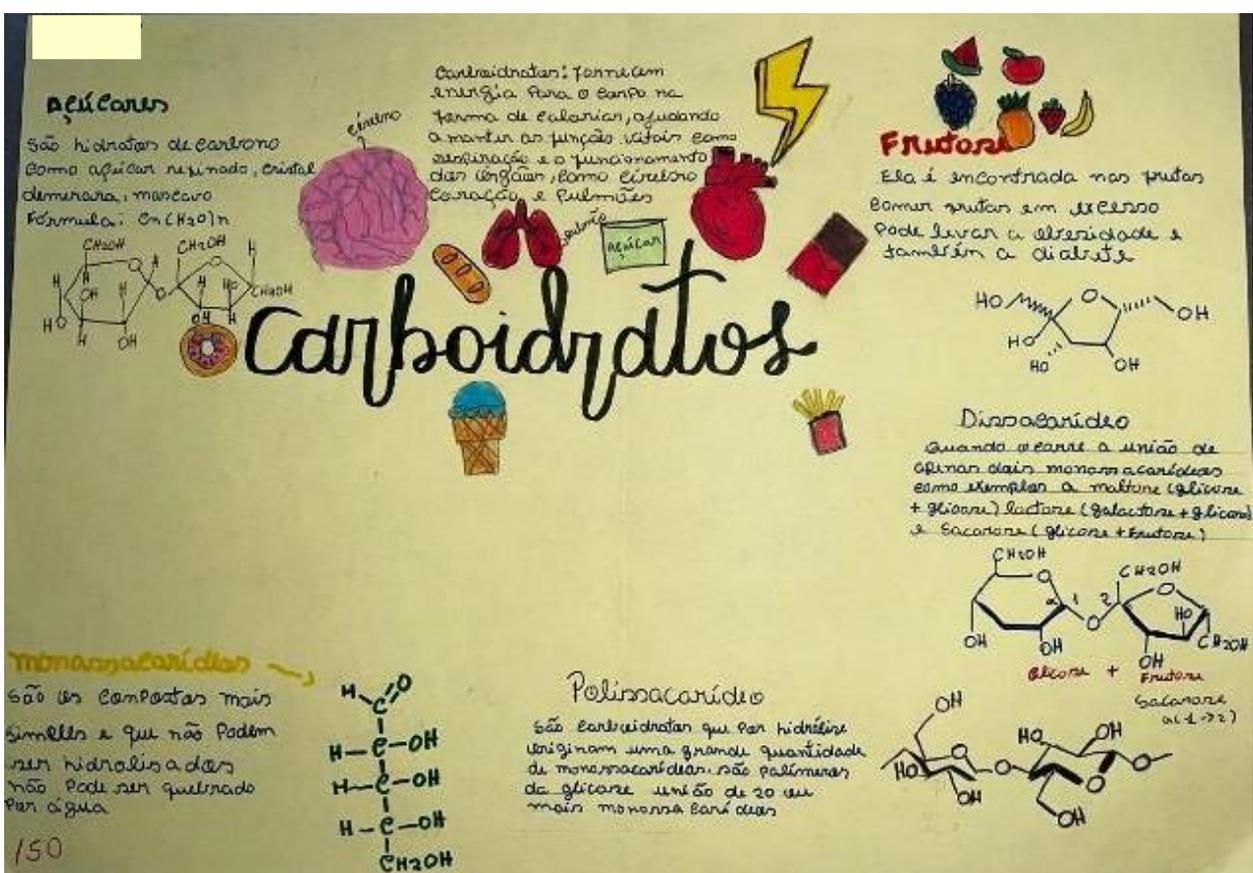


25 - Verdadeiro ou falso  
O teste de Molish é positivo para presença de carboidratos em geral?



APÊNDICE I. MAPAS MENTAIS DE ALGUNS ALUNOS SOBRE CARBOIDRATO.

Figura 37. Mapas mentais desenvolvidos respectivamente pelos alunos 150, 16 P, 3C, 2 e 13M.



**Açúcares**  
São hidratos de carbono  
Bom açúcar refinado, cristal  
demerara, mascavo  
Fórmula:  $C_n(H_2O)_n$

**Carboidratos**

**Carboidratos:** fornecem energia para o corpo na forma de glicose, ajudando a manter as funções vitais como respiração e o funcionamento dos órgãos, como cérebro, coração e pulmões.

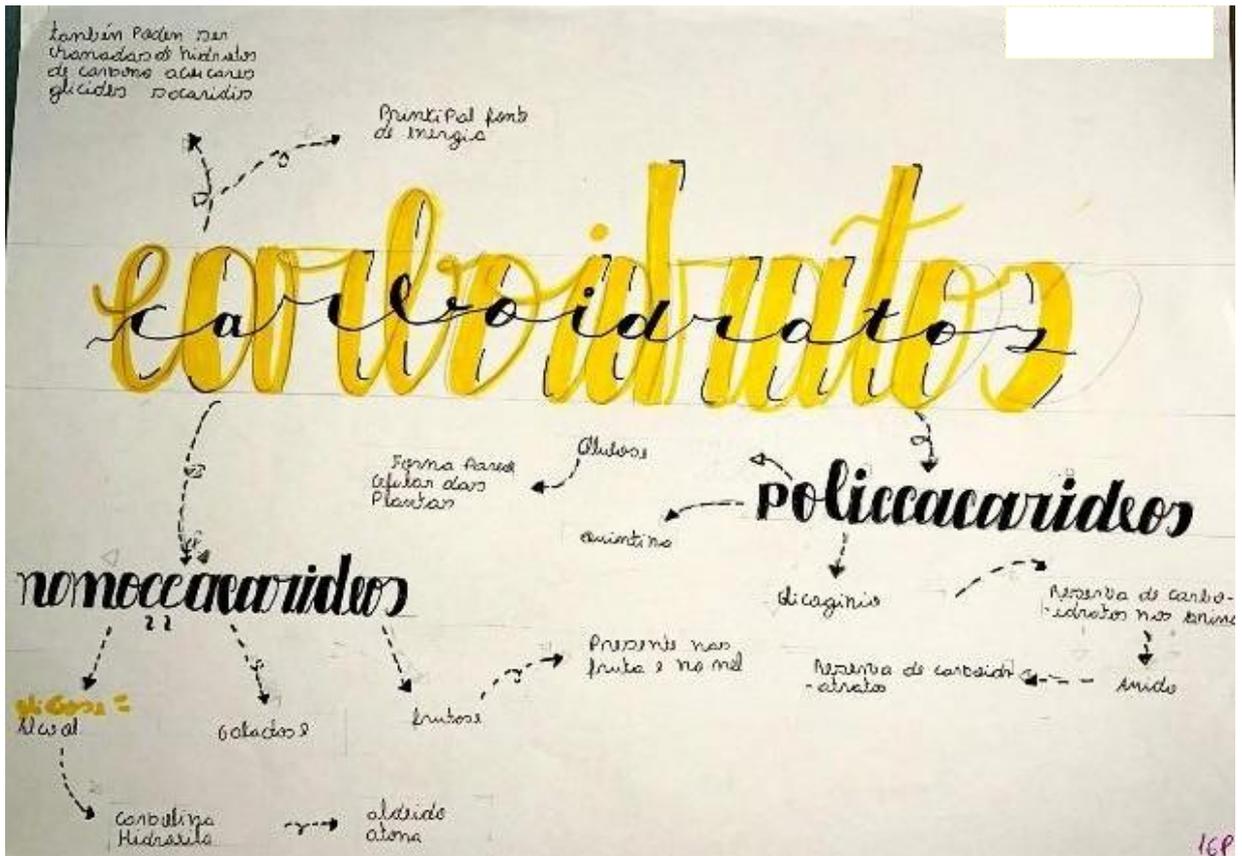
**Frutose**  
Ela é encontrada nos frutos  
Bom comer frutas em excesso  
Pode levar a obesidade e também a diabetes.

**Dissacarídeo**  
Quando ocorre a união de glicose e frutose, formam-se os dissacarídeos como exemplo a maltose (glicose + glicose) lactose (galactose + glicose) e sacarose (glicose + frutose).

**Monossacarídeos**  
São as compostas mais simples e que não podem ser hidrolisadas, não pode ser quebrado por água.

**Polissacarídeo**  
São carboidratos que por hidrólise originam uma grande quantidade de monossacarídeos. São polímeros de glicose unido de 20 ou mais monossacarídeos.

150



São constituídos por:

- ↳ **glicogênio**
- ↳ **amido**
- ↳ **celulose**

**Fontes energéticas (ATP)**

- ↳ Os carboidratos possuem **hidroxilas** (grupos por ligação)

**Polimerização:**

$$CO_2 + H_2O \xrightarrow{\text{glicose}} C_6H_{12}O_6 + O_2$$

**Tipos de ligação glicosídica:**

- ↳ É uma ligação entre uma molécula de carboidrato e um álcool
- etileno (carbono 1 e carbono 2)  $\beta$ -1,4
- aldose (carbono 1 e carbono 2)  $\alpha$ -1,4

**Tipos de carboidratos:**

- ↳ Monossacarídeos
- ↳ Dissacarídeos
- ↳ Oligossacarídeos
- ↳ Polissacarídeos

**Monossacarídeos:** um monossacarídeo

- ↳ glicose (os não podem ser hidrolisados)
- ↳ frutose
- ↳ galactose

**Oligossacarídeos:** não formados pela união de dois a 30 monossacarídeos

**Polissacarídeos:** não formados pela união de mais de 30 monossacarídeos

**Exemplos:**

- ↳ Sacarose (glicose + frutose): extraída da cana-de-açúcar;
- ↳ Lactose (glicose + galactose): presente no leite;
- ↳ Maltose (glicose + glicose): encontrada na cevada.

**Intertextual:**

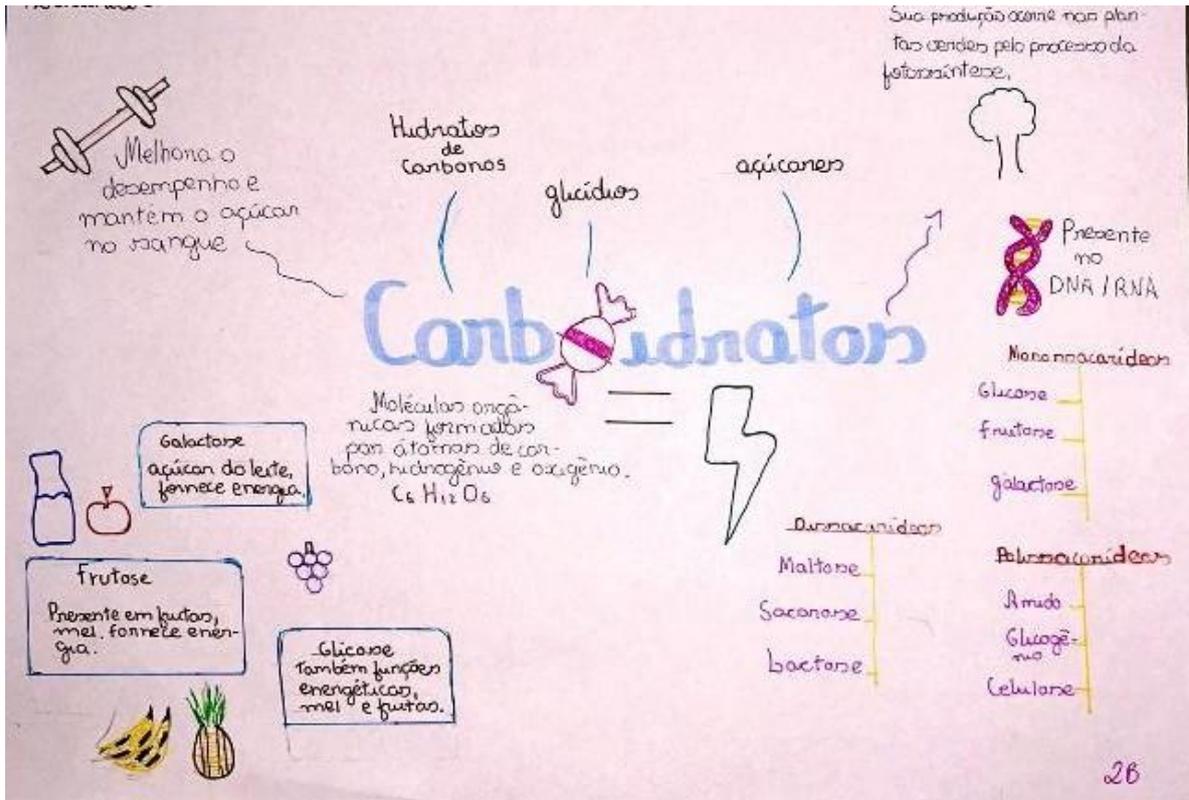
- celulose: forma principal vegetal
- quitina: forma principal de insetos

**Origens:**

- amido: reserva energética vegetal
- glicogênio: reserva energética de animais e humanos

Carboidratos

Carla Faria e Aluno (a): Kellyn Costa



APÊNDICE J. SLIDES DA AULA EXPOSITIVA SOBRE TÉCNICA DE IDENTIFICAÇÃO DE CARBOIDRATOS.

**TESTES DE IDENTIFICAÇÃO DE CARBOIDRATOS**  
Prof.ª Maria Rosário de Moura

**TESTES / REATIVOS**

- Benedict
- Lugol / Iodo
- Bialouin
- Molisch
- Tollens
- Selwanoff

**INTRODUÇÃO**

Os testes químicos podem ser QUANTITATIVOS e QUALITATIVOS e são realizados para analisar e identificar um composto de natureza química, geralmente orgânica, baseando-se em suas propriedades físicas e químicas características.

- Reação de Selwanoff com PE
- Função do reagente
- Características
- Adição
- Reação
- Reação de Bialouin
- Reação
- Reação
- Reação

**ANÁLISE DE CARBOIDRATOS**  
Grupos funcionais, classificação, hidroxila livres

**SUBSTÂNCIAS A SEREM TESTADAS**

SUBSTÂNCIAS A SEREM TESTADAS	
AMOSTRAS PADRÃO / BRANCO	ALIMENTOS A SEREM TESTADOS
1. Glucose padrão	1. Leite condensado
2. Lactose padrão	2. Açúcar
3. Frutose padrão	3. Mel
4. Amido padrão	4. Leite de vaca
	5. Leite de cabra
	6. Leite de ovelha
	7. Leite de vaca
	8. Leite de vaca
	9. Leite de vaca

**“ REAGENTE DE BENEDICT ”**  
Açúcares redutores

Reagente de Benedict

## REAGENTE DE BENEDICT

- Os monossacarídeos podem ser oxidados por agentes oxidantes (monoclorado de cobre, carbonato de sódio,  $\text{OH}^-$ )
- As aldeídos e alguns açúcares reduzem os íons  $\text{Cu}^{2+}$  em  $\text{Cu}^+$ .
- Os açúcares reduzem os íons  $\text{Cu}^{2+}$  em  $\text{Cu}^+$  em um pH alcalino.

Glucose + Benedict's reagent (Cu<sup>2+</sup>, citrate, carbonate, OH<sup>-</sup>) → Gluconic acid + Cu<sup>+</sup>

- Aspirar o líquido do frasco. Não coloque o conteúdo do frasco diretamente.
- Adicione 10 gotas de reagente de glucose.

Reagente de Benedict

## MONOSSACARÍDEOS E DISSACARÍDEOS

MONOSSACARÍDEOS: GLUCOSE, FRUTOSE, RIBOSE

DISSACARÍDEOS: SUCROSE, LACTOSE, MALTOSE

Reagente de Benedict

## DISSACARÍDEOS

**Lactose:** regular não reduz, geralmente no leite. O galactosemose no lactose reduz, mas a lactose não reduz a menos que seja hidrolizada à lactose.

**Sucrose:** regular não reduz. Formado somente por plantas.

**Maltose:** regular não reduz. Fonte de armazenamento de energia presente no fermento de cerveja.

Fonte: Nelson & Cox, 2011

Reagente de Benedict

## REAGENTE DE BENEDICT

2 ml Benedict's Reagent

Sample

Water Bath

Burner

Heat for 3-5 minutes

Observe for Color Change

Reagente de Benedict

## REAGENTE DE BENEDICT

INTERPRETAÇÃO DO RESULTADO / OBSERVAÇÃO DO TESTE DE BENEDICT

Blue	Green	Green-Yell	Yellow-Yell	Orange-Yell	Red-Yell
No Reducing Sugar	Trace Reducing Sugar	Trace Reducing Sugar	Low Reducing Sugar	Moderate Reducing Sugar	High Reducing Sugar
0%	<0.1%	0.1-0.5%	0.5-2%	2-10%	>10%

Reagente de Benedict

## “REAGENTE DE LUGOL / IODO”

Polissacarídeos

Universidade Tecnológica do Ceará

## REAGENTE DE LUGOL / IODO



Universidade Tecnológica do Ceará

## AMIDO + LUGOL

Amido: Fitosacarídeo

Amidoglicoceno: Fitosacarídeo

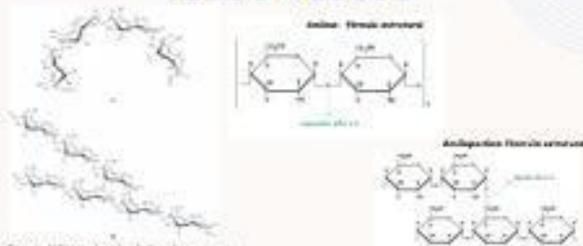
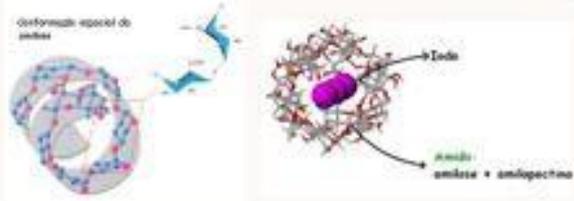


Figura 1 - A estrutura do amido (polímero linear composto por unidades de glicose unidas em α(1-4) de fitosacarídeo amilose (polímero ramificado composto por unidades unidas em α(1-4) e α(1-6) de fitosacarídeo amilopectina).

Universidade Tecnológica do Ceará

## AMIDO + LUGOL

Conformação espacial do amido



Amido: amilose + amilopectina

Iodo

Universidade Tecnológica do Ceará

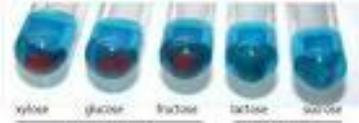
## “ REAGENTE DE BARFOED ”

Monossacarídeos e Dissacarídeos

Universidade Tecnológica do Ceará

## REAGENTE DE BARFOED

Barfoed's test (test for monosaccharides)



xylose (monossacarídeo)      glucose (monossacarídeo)      fructose (monossacarídeo)      lactose (dissacarídeo)      sucrose (dissacarídeo)

Universidade Tecnológica do Ceará



Tollens' Test- Definition, Principle, Procedure, Result, Uses



Negative Tollens' Test

Aldehydes Absent



Positive Tollens' Test

Aldehydes Present

dark grey precipitate or silver mirror

$$R-CHO + 2[Ag(NH_3)_2]^+ + 2OH^- \rightarrow R-COO^- + 2Ag + 4NH_3 + H_2O$$

Aldehyde      Silver mirror

## “REAGENTE DE SELIWANOFF”

Reativo para cetoses - Cetonas

Seliwanoff's Test- Definition, Principle, Procedure, Result, Uses



Negative Seliwanoff's Test

Ketoses Absent



Positive Seliwanoff's Test

Ketoses Present

cherry red-colored complex formed

## REAGENTE DE SELIWANOFF

Reação de teste do Reagente de Seliwanoff com Frutose





Tube A    Tube B    Tube C

These are obtained from various sources. Tube A: Fructose + Seliwanoff's Reagent. Tube B: Sucrose + Seliwanoff's Reagent. Tube C: Glucose + Seliwanoff's Reagent.

### REAGENTES PARA IDENTIFICAÇÃO DE CARBOIDRATOS

 <b>BENEDICT</b> Solução aquosa	 <b>LUGOL / IODO</b> Iodine solution	 <b>SELIWANOFF</b> Solução aquosa
 <b>MOLISCH</b> Solução aquosa	 <b>TOLLENS</b> Solução aquosa	 <b>BARFOED</b> Solução aquosa

### ROTEIROS DE PRÁTICA

<b>1</b> <b>BENEDICT</b> 1) Pipetar-se 2ml de Adulterante em cada tubo. 2) Adicionar 2ml de reagentes. 3) Agitar suavemente. 4) Observar o teste.	<b>2</b> <b>LUGOL</b> 1) Pipetar-se 2ml de Adulterante em cada tubo. 2) Adicionar 2ml de reagentes. 3) Agitar suavemente. 4) Observar o teste.	<b>3</b> <b>BARFOED</b> 1) Pipetar-se 2ml de Adulterante em cada tubo. 2) Adicionar 2ml de reagentes. 3) Agitar suavemente. 4) Observar o teste.	<b>4</b> <b>TOLLENS</b> 1) Pipetar-se 2ml de Adulterante em cada tubo. 2) Adicionar 2ml de reagentes. 3) Agitar suavemente. 4) Observar o teste.	<b>5</b> <b>SELIWANOFF</b> 1) Pipetar-se 2ml de Adulterante em cada tubo. 2) Adicionar 2ml de reagentes. 3) Agitar suavemente. 4) Observar o teste.
--	---	---	---	--

-  Observar os aspectos iniciais e anotar
-  REALIZAR O TESTE
-  Observar as modificações
-  Anotar o aspectos finais

## OBRIGADO

Lara Carlos  
lara@contoso.com  
www.contoso.com





# Roteiro Barfoed

Escola de Referência em Ensino Médio José Pereira Ilgouze  
 Disciplina: Química – OS COMBUSTÍVEIS DA VIDA  
 Prof.ª Maria Beatriz de Moraes  
 Alunos (a):

## IDENTIFICANDO A PRESENÇA DE MONOSSACARÍDEOS – TESTE DE BARFOED

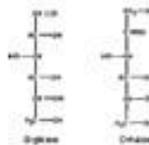
### 1. Introdução

Os carboidratos pertencem a mais abundante classe de biomoléculas da face da Terra. Sua oxidação é o principal meio de abastecimento energético da maioria das células não fotossintéticas. Além do suprimento energético, os carboidratos atuam como elementos estruturais da parede celular e como sinalizadores no organismo. (LUNJÖR, 2008)

Carboidratos são polihidroalcoóis ou polidrocarbonos (Figura 1) ou substâncias que liberam tais compostos por hidrólise. O termo sacarídeo é derivado do grego *sakcharon* que significa açúcar. Por isso, são assim denominados, embora nem todos apresentem sabor adocicado. O termo carboidrato temido hidratos de carbono, designação oriunda da fórmula geral  $C_nH_{2n}O_n$  apresentada pela maioria desses moléculas.

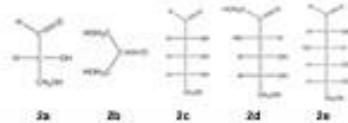
Podem ser divididos em três classes principais (monossacarídeos, oligossacarídeos e polissacarídeos) de acordo com o número de ligações glicosídicas e em função do seu peso molecular. (ATKINS, 2011). Entre os carboidratos classificados como monossacarídeos, encontram-se principalmente a glicose, a frutose e o galactose. A sacarose, a maltose e a lactose são exemplos de dissacarídeos e o amido é um exemplo de polissacarídeo (BRUCE, 2014).

Figura 1. Representação dos moléculas químicas da D-glucose e D-frutose, respectivamente uma aldose (carboidrato) e uma cetose (polissacarídeo).



O monossacarídeo de cadeia mais simples é composto por 3 carbonos, sendo chamada de triose, como o D-Gliceraldeído (2 a) e a Dihidroxicetona (2 b). Para os monossacarídeos com quatro, cinco, seis e sete átomos de carbono, as denominações são respectivamente tetroses, pentoses, hexoses e heptoses. No caso das pentoses, tem-se como exemplo a D-Ribose (2 c) e das hexoses a D-Frutose (2 d) e a D-Glicose (2 e) (NELSON e COX, 2006; VOIST, VOIST e PRATT, 2014).

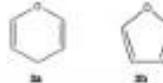
Figura 2 - Projeção de Fischer dos monossacarídeos.



Fonte: (NELSON e COX, 2006, p.228)

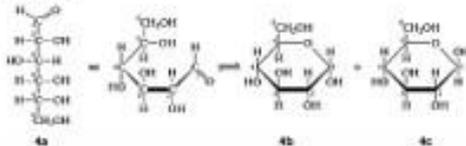
No entanto, nem todos os monossacarídeos são açúcares livres ou açúcares. A D-Ribose, D-Glicose, D-Frutose, entre outros, ciclizam na forma de Pirano (2a) pela ligação entre o carbono n-1 (onde está situada a função orgânica aldeído) com o oxigênio da hidroxila do carbono n-5 ou Furano (2b) pela ligação entre o carbono n-2 (onde está situada a função orgânica cetona) com o oxigênio da hidroxila do carbono n-5 (BERG, TYMOCZKO e STRYVER, 2004).

Figura 3 - Piranos do Pirano (2a) e Furanos (2b)



Esses monossacarídeos cíclicos são representados pela projeção de Haworth, na qual os grupos que se localizam à direita de uma projeção de Fischer ficam na parte de baixo e os que se localizam à esquerda ficam na parte de cima (Figura 4). Nesse sentido, quando um hidroxila fica abaixo do plano do anel, define-se como α (por exemplo α-D-Glicopiranos) e quando está acima do plano define-se β (por exemplo β-D-Glicopiranos).

Figura 4 - Projeção de Fischer da D-Glicose (2a) e Projeção de Haworth de α-D-Glicopiranos (2b) e β-D-Glicopiranos (2c).



Fonte: (PRATT e CORNELLY, 2012, p. 282).

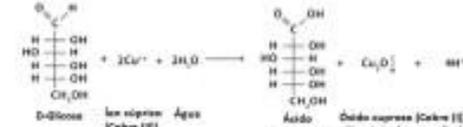
### 1.1. Reagente de Barfoed

O reagente de Barfoed é uma solução de acetato cianídrico e ácido acético que é usada em testes químicos para detectar a presença de monossacarídeos. O teste desse reagente é baseado

na redução do acetato de cobre (II), também chamado de acetato cuprico (II), à óxido de cobre (I), também chamado de óxido cuproso (I) (Cu<sub>2</sub>O), que forma um precipitado cor de tijolo.

Além disso, esse reagente de Barfoed também reage com os dissacarídeos, mas a reação é bem mais lenta pois eles precisam ser hidrolisados primeiro e, em seguida, reage com o reagente acetato de cobre (II) para produzir óxido de cobre (I).

Figura 5 - Reação de teste de Barfoed com a glicose



### 1.2. Princípio do Teste de Barfoed

Nesse teste, as aldoses e cetonas podem reduzir os íons cuprícos, mesmo em condições ácidas. Este teste é usado para distinguir monossacarídeos redutores de dissacarídeos, controlando o pH e o tempo de aquecimento.

O teste de Barfoed é utilizado para detectar monossacarídeos. Ele baseia-se na redução do cobre (II) íons de acetato de cobre (II) íons de ácido, que forma um precipitado vermelho tijolo.

Como os monossacarídeos, dissacarídeos também reagem com o reagente de Barfoed, mas um tempo mais longo. O grupo aldeído do monossacarídeo concentrado em forma hemicetal é oxidado para o seu ácido carboxílico correspondente, e por isso que muitas substâncias, incluindo cloreto de sódio, podem interferir na reação.

Figura 6 - Teste reagente (respingado) e tubo teste (barboed)



### 2 - Procedimento experimental

#### • Materiais e vidrarias

- 12 tubos de ensaio;
- Estante para tubos;
- Conta gotas;
- Chapas separadoras;
- Baquê com água aquecida (banho Maria);

#### • Reagentes

Reagente de Barfoed	Açúcar testado	Lactose testada	Frutose testada
Ácido salicílico	Açúcar comum	Açúcar	Hidroxiquina (goma)
Água de coco	Água de coco	Suco de manga	Suco de aveia (leite)
Água salina em água	Extrato de trigo diluído	Água destilada com dióxido de sulfúrio	

#### • Método

- 1 - Número os 12 tubos de ensaio;
- 2 - Adicione em cada tubo do ensaio 1 ml do amostra e 2 ml do reagente de Barfoed;
- 3 - Coloque os tubos contendo as amostras e o reagente de Barfoed em banho Maria de 3 a 10 minutos;
- 4 - Observe e anote o que ocorreu em cada amostra.

#### 3 - Questões:

1 - Quais compostos apresentam monossacarídeos? Como foi possível identificar?

Amostra	Monossacarídeo	Dissacarídeo	Coloração
Glicose solúvel			
Lactose solúvel			
Frutose solúvel			
Ácido salicílico			
Açúcar comum			
Açúcar			
Refrigerante Barboed			
Água de coco			
Cido de manga			
Suco de maçã			
Suco de uva diluído			
Água destilada com dióxido de sulfúrio			
Extrato de trigo diluído			

2 - Em qual classificação os carboidratos analisados estão inseridos?

3 - Qual parte da estrutura dos carboidratos é responsável pela modificação da coloração do reagente de Barfoed?

#### 4 - Referências bibliográficas:

## Reagente De Molisch

Escola de Referência em Ensino Médio José Pereira Borges  
 Disciplina: Químia – OS COMBUSTÍVEIS DA VIDA  
 Prof.ª: Maria Beatriz de Moraes  
 Alunos: (a)

### IDENTIFICANDO A PRESENÇA DE CARBOIDRATOS EM GERAL – TESTE DE MOLISCH

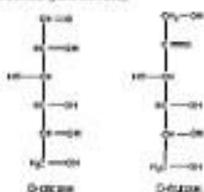
#### 1. Introdução

Os carboidratos pertencem a mais abundante classe de biomoléculas da face da Terra. Sua oxidação é o principal meio de abastecimento energético do material das células não fotossintéticas. Além da suprema energética, os carboidratos atuam como elementos estruturais da parede celular e como sinalizadores no organismo. (JUNIOR, 2008)

Carboidratos são polihidroxialdeídos ou polihidrocetonas (Figura 1) ou substâncias que liberam tais compostos por hidrólise. O termo sacarídeos é derivado do grego *sakcharon* que significa açúcar. Por isso, são assim denominados, embora nem todos apresentem sabor adocicado. O termo carboidratos denota hidratos de carbono, designação oriunda da fórmula geral  $(C_nH_{2n}O_n)$  apresentada pela maioria dessas moléculas.

Podem ser divididos em três classes principais: monossacarídeos, oligossacarídeos e polissacarídeos) de acordo com o número de ligações glicosídicas e em função do seu peso molecular (ATKINS, 2011). Dentro de carboidratos classificados como monossacarídeos, encontram-se principalmente a glicose, a frutose e a galactose. A sacarose, a maltose e a lactose são exemplos de dissacarídeos e o amido é um exemplo de polissacarídeo (BRUCE, 2014).

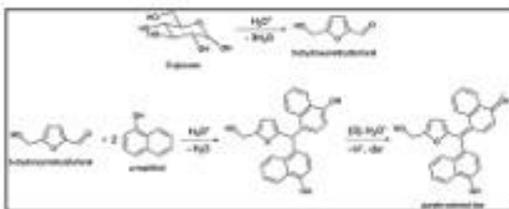
Figura 1. Representação das estruturas químicas da D-glicose e D-frutose, respectivamente uma aldose (glicose) e uma cetose (frutose).



#### 1.1. Reação de Molisch

Os monossacarídeos mais importantes são os formados por cinco ou seis átomos de carbono (pentoses e hexoses, respectivamente). Por serem moléculas ricas deca em grupos hidroxila (-OH), os monossacarídeos podem ser facilmente desidratados por ação de ácidos fortes concentrados, como o ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>).

O ácido sulfúrico funciona em ligação desidratante presente em moléculas de polissacarídeos, quebrando-os e formando seus monossacarídeos. Estes, por sua vez, são desidratados e padecem ser como produto: o furfural, quando o monossacarídeo desidratado for uma pentose, e o hidroxiacetilfurfural (HAF), quando for uma hexose.



Antes a adição do ácido sulfúrico concentrado foi possível notar a formação do anel violeta indicando que as reações redutoras em todos os açúcares usados no experimento. A Maltose e a Sacarose por serem dissacarídeos, foi necessária a hidrólise e em seguida a liberação dos monossacarídeos constituintes dos moléculas.

#### 2 – Procedimento experimental

##### • Materiais e vidrarias

- 13 tubos de ensaio;
- Estante para tubos;
- Costa (gata);
- Chapas aquecedoras;
- Baquet com água aquecida (banho Maria);

##### • Reagentes

Reagente do Molisch	Glicose isolada	Lactose isolada	Frutose isolada
Ácido sulfúrico	Açúcar comum	Açúcar	Polissacarídeo (Amido)
Água de coco	Caldo de carne	Suco de maçã	Suco de uva diluído
Pão diluído em água	Farinha de trigo diluída	Água destilada para diluir os sólidos	

##### • Método

- 1 – Numere os 13 tubos de ensaio;
- 2 – Adicione em cada tubo de ensaio 2 ml de amostra e 2 ml de reagente de Molisch;
- 3 – Adicione em cada tubo de ensaio 1 ml do ácido sulfúrico;
- 4 – Dissolva e agite o que ocorreu em cada amostra.

#### 3 – Questões:

1 – Quais compostos apresentam monossacarídeos? Como foi possível identifica?

Número	Reage	Não reage	Coloração
1			
2			
3			
4			

Tanto o furfural quanto o HAF são substâncias incolores, impedindo assim a reação seja visualizada. Para resolver esse problema, adicionamos um composto fenólico ao meio (beta naphol), conhecida como reagente de Molisch. O fural reage com os produtos incolores, e provoca o aparecimento de um anel de coloração lilás.

Figura 2 – Teste de Molisch: reação do hidroxetil furfural com o HAF

O teste de Molisch é um teste químico sensível para a presença de carboidratos. Uma pequena quantidade de reagente de Molisch (alpha-naphol) dissolvido em etanol as soluções testadas. Este teste baseia-se na desidratação do carboidrato pelo ácido sulfúrico ou pelo ácido clorídrico, dando origem a um aldeído, que sofre condensação com duas moléculas do fural (normalmente o alpha-naphol), mas também podem ser outros fúris, como furacrol ou furfural, resultando na coloração vermelha ou violeta na presença de alumínio ou cromo. Na ausência de carboidratos, a reação se torna inócuo, não apresentando a coloração violeta.

Todos os carboidratos – monossacarídeos, dissacarídeos e polissacarídeos – devem levar a testes positivos. Ácidos nucleicos e oligonucleídeos também podem dar resultados positivos, dado reaverem carboidratos, os quais são hidrolizados, por ácidos minerais fortes. As pentoses são desidratadas a furfural, enquanto as hexoses são hidrolizadas a 5-hidroxiacetilfurfural. Qualquer um desses aldeídos, quando presentes na solução teste, condensam-se com duas moléculas do naphol, formando um produto com coloração violeta (CDELIHO, 2008).

Figura 3 – Esquema racional do teste de Molisch para a glicose.

Ácido sulfúrico			
Açúcar comum			
Açúcar			
Polissacarídeo (Amido)			
Água de coco			
Caldo de carne			
Suco de maçã			
Suco de uva diluído			
Pão diluído em água			
Farinha de trigo diluída			

2 – Em qual classificação os carboidratos analisados estão inseridos?

3 – Qual parte da estrutura dos carboidratos é responsável pela modificação da coloração do reagente de Molisch?

#### 4 – Referências bibliográficas:

- ATKINS, Peter; Jones, Loretta. Princípios de Química – Questionando a vida moderna e o meio ambiente. Ed Bookman, 5ª edição, 2011.
- BRUCE, P. Y. Fundamentos de química orgânica. 2.ed. São Paulo: Pearson Educação do Brasil, 2014.
- CDELIHO, P. Reagente de Molisch – Teste para indicar a presença de Carboidratos. 2008. Disponível em: <http://www.pq.quimica.ufmg.br/2008/06/08/reagente-molisch.html>. Acesso em: 29/10/2023.
- JUNIOR, W. E. F. Carboidratos: Estrutura, Propriedades e Funções. QUÍMICA NOVA NA ESCOLA N° 29, AGOSTO 2008. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc29/03-CC0897.pdf>. Acesso em: 08 out. 2013.



# Reagente De Seliwanoff

Escola de Referência em Ensino Médio José Pereira Burgois  
 Disciplina: Química – OS COMBUSTÍVEIS DA VIDA  
 Prof.ª: Maria Beatriz de Moraes  
 Alunos (as):

## IDENTIFICANDO A PRESENÇA DE CETONAS – TESTE DE SELIWANOFF

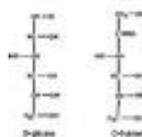
### 1. Introdução

Os carboidratos pertencem a mais abundante classe de biomoléculas da face da Terra. Sua oxidação é o principal meio de abastecimento energético da maioria das células rito fotossintéticas. Além do suprimento energético, os carboidratos atuam como elementos estruturais da parede celular e como simuladores no organismo. (JUNIOR, 2006)

Carboidratos são polihidroalcoóis ou polihidrocarbonos (Figura 1) ou substâncias que liberam tais compostos por hidrólise. O termo sacarose é derivado do grego sakarose que significa açúcar. Por isso, são assim denominados, embora nem todos apresentem sabor adocicado. O termo carboidrato deriva hidratos de carbono, designação oriunda da fórmula geral (CH<sub>2</sub>O)<sub>n</sub> apresentada pela maioria dessas moléculas.

Podem ser divididos em três classes principais (monossacarídeos, oligossacarídeos e polissacarídeos) de acordo com o número de ligações glicosídicas e em função do seu peso molecular (ATKINS, 2011). Dentre os carboidratos classificados como monossacarídeos, encontram-se principalmente a glicose, a frutose e a gliceralde. A sacarose, a maltose e a lactose são exemplos de dissacarídeos e o amido é um exemplo de polissacarídeo (BRUCE, 2014).

Figura 1. Representação dos radicais químicos de D glicose e D frutose, respectivamente uma aldose (polihidroalcoól) e uma cetose (polihidrocarbono).



### 1.1. Teste de Seliwanoff

Desenvolvido pelo químico russo Theodor Seliwanoff nos anos de 1890, o Reagente de Seliwanoff é uma mistura composta por cerca de 0,5% de resorcinol (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>O) em HCl, que é usada para fazer o famoso Teste do Seliwanoff, usado para distinguir aldoses de cetoses. (COELHO, 2020).

O teste do Seliwanoff é uma variação do teste de Molish que consegue diferenciar aldoses de cetoses devido a diferença na velocidade e intensidade da reação. Como agente desidratante é empregada solução de HCl 1:1 em água, e como fonte aromática o resorcinol. O HCl 1:1 é um agente desidratante muito eficiente que o H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentrado, e nessas condições as cetoses desidratam mais rapidamente que as aldoses, pois já se encontram na forma furanocídica própria para a formação do 5-(hidroximetil)-furfural. Já as aldoses encontram-se na forma piranosídica, e

### 1.3. Uso do Reagente em exame de urina

O Teste de Seliwanoff é frequentemente usado para detectar anormalmente frutose e cetose em amostras na urina de pacientes com suspeita de frutosemia essencial e pentosúria essencial, que são anomalias metabólicas de origem genética. (COELHO, 2020).

## 2 – Procedimento experimental

### • Materiais e vidrarias

- 13 tubos de ensaio;
- Estrago para tubos;
- Casta gata;
- Chapa aquecedora;
- Béquer com água aquecida (banho Maria);

### • Reagentes

Reagente do Seliwanoff	Glicose isolada	Lactose isolada	Frutose isolada
Amido solúvel	Açúcar comum	Açúcar	Mel/gaço (Lipton)
Água de coco	Café de leite	Suco de maçã	Suco de uva diluído
Mão dissolvido em água	Varinha do tipo dissolvido	Água destilada para diluir os sólidos	

### • Método

- 1 – Numere os 13 tubos de ensaio;
- 2 – Adicione em cada tubo de ensaio 2 ml da amostra e 2 ml de reagente de Seliwanoff;
- 3 – Coloque os tubos contendo as amostras e o reagente do Seliwanoff em banho Maria de 5 minutos;
- 4 – Observe e anote o que acontece em cada amostra.

### • Observações:

- ✓ Cetose: solução vermelho-cor-de-sangue;
- ✓ Cetopentose: solução azul esverdeada;
- ✓ Aldose: não há desenvolvimento de cor;
- ✓ Dissacarídeos: não há desenvolvimento de cor.

### 3 – Questões:

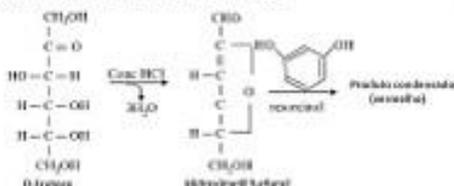
1 – Quais compostos apresentam monossacarídeos? Como foi possível identifica?

Número	Aldose	Cetose	Coloração
Glicose isolada			
Lactose isolada			
Frutose isolada			
Amido solúvel			
Açúcar comum			
Açúcar			
Mel/gaço (Lipton)			
Água de coco			

teriam que rearmar esta a forma furanocídica para desidratar, o que torna a reação mais lenta e menos eficaz.

Em seguida ocorre a adição de duas moléculas do resorcinol, num mecanismo semelhante a reação de Molish (Figura 2), formando um produto vermelho. Para as aldoses a reação é mais lenta e o produto em geral é rosa pálido (BARREROS e BARREROS, 2012). Nesse teste, as aldoses e as cetoses sofrem desidratação para dar derivados furfural que depois são condensados com resorcinol para formar um complexo vermelho.

Figura 2 - Reação de teste do Reagente de Seliwanoff com frutose



### 1.2. Procedimento para o Teste de Seliwanoff

Como vimos acima, esse teste é usado principalmente para diferenciar aldoses e cetoses. O Teste de Seliwanoff é baseado na reação de mistura de HCl com os carboidratos, que quando misturados, causa a desidratação dos carboidratos devido à hidrólise da ligação glicosídica.

Essa reação leva à produção do furfural e seus derivados; quando reagir com o resorcinol resultará em um produto colorido com uma cor vermelha (Figura 2). Sendo que esta ocorre diferenciar as aldoses das cetoses, nos termos que ficar branco ou amarelado de cor, tal a reação com a cetose é bem mais rápida e intensa devido a formação do furfural ser mais fácil do que a formação do hidroximetilfurfural.

Figura 3 – Teste do Seliwanoff para carboidratos. Tubo A é aldose, Tubo B é frutose e o tubo C é um teste sem amostra.



Conteúdo do tubo	Coloração
Suco de maçã	
Suco de uva diluído	
Mão dissolvido em água	
Varinha do tipo dissolvido	


2 – Em qual classificação os carboidratos analisados estão inseridos?


3 – Qual parte do estrutura dos carboidratos é responsável pela modificação da coloração do reagente de Seliwanoff?


### 4 – Referências bibliográficas:

- ATKINS, Peter; Jones, Loretta. Princípios de Química – Questionando a vida moderna e o meio ambiente. Ed Bookman, 5ª edição, 2011.
- BARREROS, A. L. B. S.; BARREROS, M. L. CARBOIDRATOS EXPERIMENTAL. Química das Monoclorinas. Universidade Federal de Sergipe, 2012. Disponível em: 11/20/2021 12:12:12 Química Monoclorinas Aula 02.pdf [abaixar]. Acesso em: 28/10/2023.
- BRUCE, P. V. Fundamentos de química orgânica. 2 ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2014.
- COELHO, P. Reagente de Seliwanoff – Teste para distinguir Aldoses do Cetoses, 2020. Disponível em: <https://www.instagram.com/br200305/reagente-seliwanoff-e-oxidizante.html>. Acesso em: 28/10/23.
- JUNIOR, W.E.F. Carboidratos: Estrutura, Propriedades e Funções. QUÍMICA NOVA NA ESCOLA Nº 28, AGOSTO 2008. Disponível em: <http://pecn.siq.org.br/orbita/volpecn28003-CCO0607.pdf>. Acesso em: 08 out. 2013.

# Reagente De Lugol



Escola de Referência em Ensino Médio José Pereira Ilargos  
 Disciplina: Química – OS COMBUSTÍVEIS DA VIDA  
 Prof.ª Maria Beatriz de Moraes  
 Alunos (as):



## IDENTIFICANDO A PRESENÇA DO AMIDO NOS ALIMENTOS – TESTE DE LUGOL / IODO

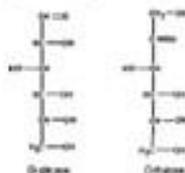
### 1 – Introdução

Os carboidratos pertencem a mais abundante classe de biomoléculas da face da Terra. Sua oxidação é o principal meio de abastecimento energético da maioria das células não fotossintéticas. Além do suprimento energético, os carboidratos atuam como elementos estruturais da parede celular e como sinalizadores no organismo. (JUNIOR, 2008)

Carboidratos são polihidroxiáldeídos ou polihidroxiacetona (Figura 1) ou substâncias que liberam tais compostos por hidrólise. O termo sacarídeo é derivado do grego sakcharon que significa açúcar. Por isso, são assim denominados, embora nem todos apresentem sabor adocicado. O termo carboidrato denota hidratos de carbono, designação oriunda da fórmula geral  $[CH_2O]_n$  apresentada pela maioria das suas moléculas. Podem ser divididos em três classes principais de acordo com o número de ligações glicosídicas: monossacarídeos, oligossacarídeos e polissacarídeos.

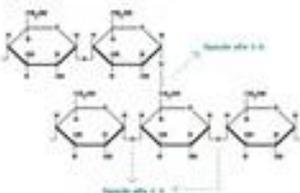
Podem ser divididos em três classes principais (monossacarídeos, oligossacarídeos e polissacarídeos) de acordo com o número de ligações glicosídicas e em função do seu peso molecular (ATKINS, 2011). Dentre os carboidratos classificados como monossacarídeos, encontram-se principalmente a glicose, a frutose e o galactose. A sacarose, a maltose e a lactose são exemplos de dissacarídeos e o amido é um exemplo de polissacarídeo (BRUNCE, 2014).

Figura 1. Representação dos estruturas químicas da D-glicose e D-frutose, respectivamente uma aldose (carboidrato) e uma cetose (carboidrato).



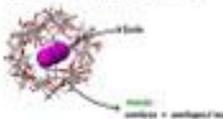
O amido é um polissacarídeo pertencente à classe dos carboidratos, formado por meio de umidade de várias unidades de D-glicose. Sendo a principal fonte de armazenamento de energia nas plantas, está presente em raízes, frutos, tubérculos e sementes. Constitui-se de duas moléculas de polissacarídeos ligeiramente diferentes, amilose e amilopectina, conforme verifica-se na figura 2, que somente podem ser diferenciados após solubilização e separação dos grânulos. O amido é composto de amilose (20 a 30%), uma cadeia não ramificada de unidades de D-glicose unidas por meio de uma ligação  $\alpha$ -1,4-glicosídica. Amilopectina forma os TD a 80% restantes do amido, que consiste em longas cadeias de unidades de D-glicose unidas entre si ligação  $\alpha$ -1,4-glicosídica, porém ela é uma molécula ramificada, com ligações cruzadas entre o carbono número 1 de uma unidade de glicose e o carbono número 6 de outra unidade (ligação

Figura 2. Molécula de amilopectina.



Moléculas de alto peso molecular (como a amilose e a amilopectina) podem sofrer reações de complexação, com formação de complexos cíclicos. Um exemplo importante é a complexação da amilose e da amilopectina com iodo, resultando em complexos azul e vermelho-violetado, respectivamente, como verifica-se na figura 3 que expõem a interação do iodo com a estrutura do amido.

Figura 3. Interação do iodo com a amilose.



O complexo de coloração azul intenso é resultado da inclusão (aproximadamente) do iodo nos canais lineares da amilose, enquanto que a amilopectina por não apresentar estrutura helicoidal devido à presença das ramificações, a interação com o iodo será menor, e a coloração menos intensa. O resultado final da complexação do amido com o iodo é a formação de um complexo de cor azul intenso.

### 2 – Procedimento experimental

#### • Material

#### 14 – copinhos descartáveis

#### 1 – conta-gotas

#### • Reagentes

hidropolvidora	Água	Pão	Arroz
Açúcar	Arroz	Maca	Flocos de milho
Tubérculo de mandioca	Leite	Leite	Mirreza moída
Massa verde	Leite	Arroz cozido	Suco de aveia

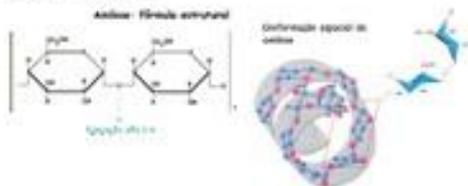
$\alpha$ -1,6-glicosídica), ocorrendo a cada 20 a 25 unidades de glicose (BRUCE, 2006; FRANCISCO JUNIOR, 2008; RUDNIK, 2008).

Figura 2 - A) Estrutura da amilose (polissacarídeo linear composto por D-glicose unidas em  $\alpha$ -1,4); B) Estrutura da amilopectina (polissacarídeo ramificado composto por D-glicose unidas em  $\alpha$ -1,4 e  $\alpha$ -1,6) Adaptado de LAJOLA & BENEITEZ (2008)



Como podemos observar na figura 3, a molécula da amilose não apresenta ramificações e, no espaço, assume conformação helicoidal (forma de hélice). A ligação entre as átomos de carbono das unidades de glicose são do tipo  $\alpha$ -1-4.

Figura 3. Molécula de amilose.



A amilopectina apresenta estrutura ramificada, sendo que as "cadenas" aparecem a cada 24-30 moléculas de glicose. A ligação entre as unidades de glicose também é do tipo  $\alpha$ -1-4 na maioria das cadeias. Porém, unindo duas cadeias aparecem ligações do tipo  $\alpha$ -1-6, conforme verifica-se na figura 4.

### Método

- 1 – Introduza uma pequena quantidade de cada alimento em um copinho descartável.
- 2 – Com auxílio de um conta-gotas aplique algumas gotas do iodopolvidoro (jodo ativo a 2%);
- 3 – Observe a coloração de cada composto em análise.

### 3 – Questões

1 – Quais compostos apresentam amido? Como foi possível identificar?

Alimento	Apresenta	Não apresenta
Água		
Pão		
Biscoito		
Açúcar		
Aveia		
Maca		
Flocos de milho		
Tubérculo de mandioca		
Leite		
Massa verde		
Arroz cozido		


2 – Em qual classificação de carboidrato o amido está inserido?

3 – Porque a batata verde e a mandioca apresentam coloração diferente após a inserção de iodo?

4 – Qual molécula de polissacarídeo é responsável pela modificação da coloração do iodo?

### 4 – Referências bibliográficas:

- Peter Atkins e Loretta Jones, Princípios de Química – Questionando a vida moderna e o meio ambiente. Ed Bookman, 5ª edição, 2011.
- BRUCE, P. Y. Fundamentos de química orgânica. 2 ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2014.
- BRUNCE, P. Y. Química orgânica, v. 3, 4. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2008.
- DE MARQUES, C. L.; SILVA, L. P. Estrutura dos grânulos de amido e sua reação com iodopolvidoro. Ensino-Químico, Curitiba, Santa Maria, Urubitinga, Novembro de 2008. Disponível em: <http://www.uvixta.br/pdf/2008/11/11/1104217.pdf>. Acesso em: 29 out. 2013.
- JUNIOR, B.S.F. Carboidratos: Estrutura, Propriedades e Funções. QUÍMICA NOVA, Vol. 29(2) p. 26-36, AGOSTO 2008. Disponível em: <http://www.scielo.org.br/oliva/quimica/v29n02/020026.pdf>. Acesso em: 08 jul. 2013.
- RUDNIK, S. Complexação polymer iodine. Oxford: Elsevier, 2008.
- SOUZA, R. A. F. D.; NETO, V. A. Reação de polissacarídeos: reação com o iodo. Disponível em: <http://www.kziw.uemg.br/oliva/quimica/v29n02/020026.pdf>.

APÊNDICE L. SLIDES DESENVOLVIDOS E APRESENTADOS PELOS ALUNOS SOBRE OS EXPERIMENTOS DE CARBOIDRATOS REALIZADOS PELOS ALUNOS.

### Slides Benedict



### Slides Barfoed

**CARBOIDRATOS**

**Conceito:**

Os carboidratos são biomoléculas de grande importância biológica e formam a classe de biomoléculas mais abundantes do nosso planeta. Essas moléculas são formadas fundamentalmente por carbono, hidrogênio e oxigênio, daí a denominação de hidratos de carbono.



**O que pode ocasionar com a ausência e excesso de carboidratos no corpo humano:**

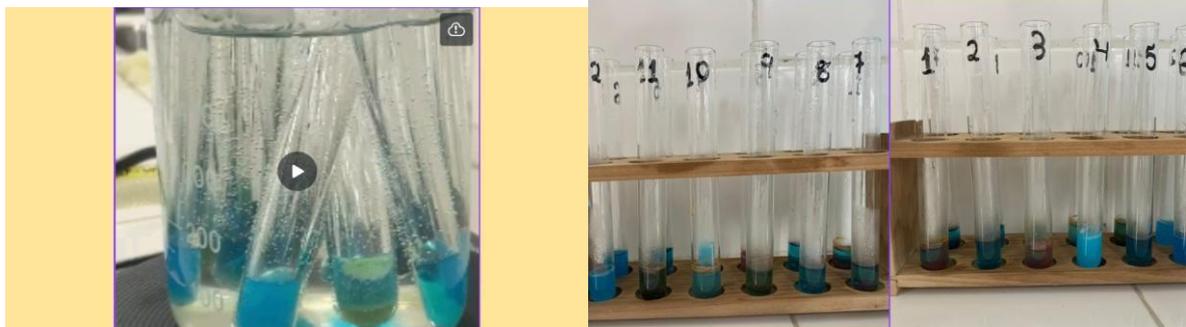
**Ausência:**  
Eliminar totalmente os carboidratos da dieta pode causar sintomas como dores de cabeça, falta de energia, alterações de humor, dificuldade de concentração e ansiedade. O déficit do nutriente pode levar o indivíduo a consumir mais proteínas que o recomendado para promover a saciedade.

**Excesso:**  
o consumo em excesso, principalmente dos chamados carboidratos simples, aumenta a glicose e a gordura presente no sangue. O cenário desencadeia desordens metabólicas, que potencializam quadros como o de diabetes, obesidade e esteatose hepática (acúmulo de gordura no fígado).

**Teste de Barfoed**

**Reagente**

Teste de Barfoed: teste geral para distinguir monossacarídeos de dissacarídeos.



## Slides Molisch

### Molisch

---

Nome: Emily, Evelyn, José Pedro, Maria Gabriele, Nicolas, Marcos

### O que é Carboidrato ?

Os carboidratos são biomoléculas muito abundantes na natureza e estão relacionadas, entre outras funções, ao fornecimento de energia para nosso corpo.



Os carboidratos são importantes biomoléculas, conhecidas também como hidratos de carbono, glicídios, ou açúcares, formadas fundamentalmente por átomos de carbono, hidrogênio e oxigênio. São as biomoléculas mais abundantes na natureza e sua maioria apresenta a seguinte fórmula geral:

$$\begin{array}{c} \text{:O:} \\ \parallel \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \end{array}$$

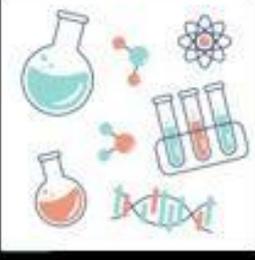
### O QUE O EXCESSO DE CARBOIDRATOS CAUSA NO CORPO HUMANO?

Além de uma doença, o excesso de carboidratos pode causar problemas dentários, fadiga, falta de concentração, inchaço, acidez, alterações no sistema imunológico, entre outros desconfortos. A resistência à insulina que ocorre com o consumo excessivo é em longo prazo dos carboidratos.

Se não assim, uma alimentação saudável e balanceada, podem prevenir estas morbidades e melhorar a qualidade de vida.



### Experimentos



- Antes






Os monossacarídeos podem ser desidratados por ação de ácidos fortes, como o ácido sulfúrico. O ácido rompe as ligações glicosídicas das polissacarídeos, quebrando-os e liberando seus monossacarídeos.

### Procedimentos Práticos

**Reação de Molisch**

- 1. Adicione 2 mL de ácido sulfúrico a cada uma das amostras contendo o carboidrato de teste.
- 2. Misture e aqueça em banho-maria até obter o teste positivo.

**Atenção:** Este reagente de Molisch deve ser preparado para a glicose e a frutose, pois outros carboidratos não são adequados, isto deve ser sempre testado antes de ser utilizado.

### Teste de Molisch

O teste baseia-se na desidratação do carboidrato pelo ácido sulfúrico concentrado, formando furfural no caso das pentoses, ou 5-hidroxi-2-furfural para as hexoses (Figura 1). Em seguida o derivado do furfural reage com duas moléculas de  $\alpha$ -naftol produzindo um pigmento violeta (Figura 2).

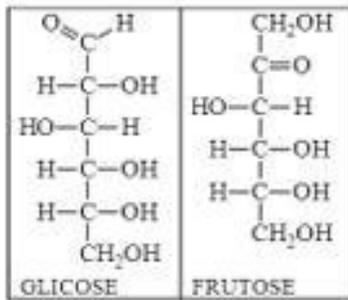
Obrigado Pela Atenção!

## Slides Tollens



### Qual é a finalidade do teste de Tollens?

O teste de Tollens serve para diferenciar aldeídos de cetonas e diferenciar os açúcares redutores. O nitrato de prata adicionado reage com o hidróxido de amônio e precipita hidróxido de prata. A adição de mais de hidróxido de amônio dissolve o precipitado pela formação do íon complexo diamín prata.

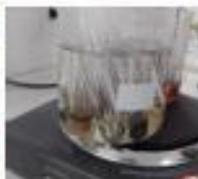


### procedimentos

1°



2°



3°



## Slides Seliwanoff

### SELIWANOFF

Maria Vitória  
 Maria Clara  
 Gabriel Frazão

O QUE É  
 CARBOIDRATO  
 ?



Para diagnóstico de levulose na urina. Junta-se a 10 ml de urina uma igual quantidade de um composto de 0,5 g de resorcinol, 30 ml de água e 50 ml de ácido clorídrico. A reação é positiva quando, após aquecimento, surgir uma cor vermelha de Borgonha.



O REAGENTE DE SELIWANOFF CONSISTE EM UMA MISTURA DE RESORCINOL E ÁCIDO CLORÍDRICO CONCENTRADO.



Dilúcio isolado 1 (cetose)  
 Lactose isolada 2 (cetose)  
 Frutose isolada 3 (aldeído)  
 Amido solúvel 4 (cetose)  
 Açúcar comum 5 (aldeído)  
 Adoçante 6 (coloração)  
 Refrigerante (sprite) 7 (coloração)  
 Água de coco 8 (aldeído)  
 Caldo de cana 9 (aldeído)  
 Suco de maçã 10 (aldeído)  
 Suco de uva diluído 11 (aldeído)  
 Pão diluído em água 12 (aldeído)

## Slides Lugol



# O que são CARBOIDRATOS

© 2019, Editora Quilmes, Luz Ilustração & Design

Os carboidratos são biomoléculas muito abundantes na natureza e estão relacionadas, entre outras funções, ao fornecimento de energia para nosso corpo. Os carboidratos são importantes para fornecer energia para nosso corpo!

PODEM SER CLASSIFICADOS EM:

- MONOSACARÍDEOS
- DISACARÍDEOS
- POLISACARÍDEOS

**O QUE O EXCESSO OU A REDUÇÃO DE CARBOIDRATOS**

*passam na culpa amaran?*

Excesso de carboidratos pode levar a situações desagradáveis como mau hálito, diarreia, dor de cabeça e tontura. Já o consumo em excesso do carboidrato pode acarretar o acúmulo de gordura e, consequentemente, de peso.



### EXPERIMENTO

#### TESTE DE LUGOL/ IODO

### ALIMENTOS EM ESTADO NORMAL

*Alimentos com*

### REAGENTE LUGOL

Lugol

Aplicação do reagente

**O REAGENTE DE LUGOL/IODO IDENTIFICA A PRESENÇA DE AMIDO NOS ALIMENTOS, MUDANDO A COLORAÇÃO.**

*Substâncias*

**QUE TESTARAM POSITIVO E NEGATIVO COM O TESTE DE LUGOL:**

**Positivo:**

- Fava (fava-de-índia)
- Banana (banana contém mais carboidrato amido)
- Banana (madura)
- Lugol
- Mela
- Patata
- Dois
- Mela
- Maizena
- Dois do milho
- Banana (madura)

**Negativo**

- Açúcar
- Quilme
- Laranja
- Alface
- Salada
- Quilme (na)
- Café de leite

## APÊNDICE M – 1. TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA MAIORES DE 18 ANOS.



### UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM REDE NACIONAL

#### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (PARA MAIORES DE 18 ANOS OU EMANCIPADOS)

Convidamos o (a) Sr. (a) para participar como voluntário (a) da pesquisa O ENSINO DE CARBOIDRATO: O USO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA BASEADA NA EXPERIMENTAÇÃO INVESTIGATIVA NAS AULAS DE QUÍMICA ORGÂNICA que está sob a responsabilidade do (a) pesquisadora Maria Beatriz de Moraes, com endereço na Rua Dois, nº 135 A, Vila da Cohab, Custódia, Pernambuco, CEP 56.640-000 – Telefone (87) 9 9121 4978 (inclusive para ligações a cobrar), e-mail: mbmoraesm@gmail.com. Está sob a orientação do Prof. João Rufino de Freitas Filho, Telefone: (81) 9 9817 0972, e-mail: joaoveronice@yahoo.com.br.

Todas as suas dúvidas podem ser esclarecidas com o responsável por esta pesquisa. Apenas quando todos os esclarecimentos forem dados e você concorde com a realização do estudo, pedimos que rubriche as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma via lhe será entregue e a outra ficará com o pesquisador responsável.

Você estará livre para decidir participar ou recusar-se. Caso não aceite participar, não haverá nenhum problema, desistir é um direito seu, bem como será possível retirar o consentimento em qualquer fase da pesquisa, também sem nenhuma penalidade.

#### INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

Você está sendo convidado (a) a participar da pesquisa O ENSINO DE CARBOIDRATO: O USO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA BASEADA NA EXPERIMENTAÇÃO INVESTIGATIVA NAS AULAS DE QUÍMICA ORGÂNICA, cujo objetivo é verificar se a sequência didática investigativa empregando a biomolécula carboidrato pode ser uma estratégia que permite contextualizar o ensino de funções orgânicas. A abordagem investigativa proposta na temática dessa pesquisa terá o propósito de minimizar a distância entre o conhecimento científico e o conhecimento escolar. Sendo assim, esta pesquisa com a temática alimentos, com foco nos carboidratos presente no estudo da bioquímica será utilizada para desenvolver um e-book com atividades experimentais que possam contribuir, de modo a facilitar o processo de ensino-aprendizagem.

A coleta de dados se dará em três momentos distintos que será estruturado em Problematização inicial, Organização do conhecimento e Aplicação do conhecimento, esses por sua vez serão subdivididos em treze etapas.

O primeiro momento aconteceu através do Questionário sobre alimentação e carboidratos, de maneira presencial e individual, em apenas um encontro O tempo de aplicação dependerá de cada participante, acreditando não extrapolar trinta minutos. Não será necessário nenhum material por parte do (a) voluntário (a).

No segundo momento, você participará da realização de práticas experimentais investigativas sobre carboidratos e conseqüentemente participará da resolução de atividades. Este momento ocorrerá no laboratório de química da escola e ocorrerá através da manipulação de reagentes químicos de identificação de carboidrato por sua parte e de seu grupo. A pesquisadora orientará esta etapa e disponibilizará os materiais necessários, bem como as atividades impressas para a resolução. Não será necessário nenhum material por parte do (a) voluntário (a).

O terceiro momento acontecerá através do Questionário final também sobre alimentação e carboidratos, de maneira presencial e individual, em apenas um encontro. O tempo de aplicação dependerá de cada participante, acreditando não extrapolar trinta minutos. Não será necessário nenhum material por parte do (a) voluntário (a).

Reiteramos que a pesquisadora redigirá um Diário de campo que será composto por um caderno em que constará as impressões da pesquisadora acerca do processo de desenvolvimento do trabalho, de maneira cursiva, desde o momento em que as escolas acolheram a pesquisa até a conclusão da mesma, endossando então a análise dos dados.

- **RISCOS:** Os riscos que a pesquisa compreende, estão situados no campo dos questionamentos e na realização dos experimentos por parte do participante, uma vez que qualquer uma das indagações presente no questionário poderá causar constrangimentos ou receio do voluntário em manipular os reagentes, no entanto estaremos à disposição para esclarecimentos, bem como interrompermos a entrevista ou a experimentação, caso seja do desejo do entrevistado, diretos para o voluntário.
- **BENEFÍCIOS:** A pesquisa incidirá diretamente na proposição de espaços de reflexão sobre atividades experimentais investigativas no ensino médio de química objetivando verificar se a sequência didática investigativa empregando a biomolécula carboidrato pode ser utilizada como estratégia que permite contextualizar o ensino de funções orgânicas. Essa abordagem investigativa proposta terá o propósito de minimizar a distância entre o conhecimento científico e o conhecimento escolar. Sendo assim, a temática alimentos, com foco nos carboidratos presente no estudo da bioquímica será utilizada para desenvolver um e-book com atividades experimentais que possam contribuir, de modo a facilitar o processo de ensino-aprendizagem.

Todas as informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a sua participação. Os dados coletados nesta pesquisa, como entrevistas, fotos, imagens, etc., ficarão armazenados em pastas de arquivo do computador pessoal, sob a responsabilidade da pesquisadora Maria Beatriz de Moraes, no endereço Rua Dois, nº 135 A, Vila da Cohab, Custódia, Pernambuco, CEP 56.640-000, pelo período mínimo 5 anos.

Nada lhe será pago e nem será cobrado para participar desta pesquisa, pois a aceitação é voluntária, mas fica também garantida a indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extrajudicial. Se houver necessidade, as despesas para a sua participação serão assumidas pelos pesquisadores (ressarcimento de transporte e alimentação), assim como será oferecida assistência integral, imediata e gratuita, pelo tempo que for necessário em caso de danos decorrentes desta pesquisa.

Em caso de dúvidas relacionadas aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar o Comitê de Ética em Pesquisa – CEP/UFRPE no endereço: Rua Manoel de Medeiros, S/N Dois Irmãos – CEP: 52171-900 Telefone: (81) 3320.6638 / e-mail: cep@ufrpe.br (1º andar do Prédio Central da Reitoria da UFRPE, ao lado da Secretaria Geral dos Conselhos Superiores). Site: [www.cep.ufrpe.br](http://www.cep.ufrpe.br).

\_\_\_\_\_  
(assinatura do pesquisador)

### CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO VOLUNTÁRIO (A)

Eu, \_\_\_\_\_, CPF \_\_\_\_\_, abaixo assinado pela pessoa por mim designada, após a leitura (ou a escuta da leitura) deste documento e de ter tido a oportunidade de conversar e ter esclarecido as minhas dúvidas com o pesquisador responsável, concordo em participar do estudo O ENSINO DE CARBOIDRATO: O USO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA BASEADA NA EXPERIMENTAÇÃO INVESTIGATIVA NAS AULAS DE QUÍMICA ORGÂNICA, como voluntário (a). Fui devidamente informado (a) e esclarecido (a) pelo (a) pesquisador (a) sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha participação. Foi-me garantido que posso retirar o meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade.

Custódia, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2023

Impressão  
Digital  
(opcional)

\_\_\_\_\_  
Assinatura do participante/responsável legal

Presenciamos a solicitação de consentimento, esclarecimentos sobre a pesquisa e o aceite do voluntário em participar. (02 testemunhas não ligadas à equipe de pesquisadores):

Nome:	Nome:
Assinatura:	Assinatura:

APÊNDICE M – 2. TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO  
MENORES DE 18 ANOS.



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM REDE NACIONAL

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO  
(PARA RESPONSÁVEL LEGAL PELO MENOR DE 18 ANOS)

Solicitamos a sua autorização para convidar o (a) seu/sua filho (a) \_\_\_\_\_ (ou menor que está sob sua responsabilidade) para participar, como voluntário (a), da pesquisa O ENSINO DE CARBOIDRATO: O USO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA BASEADA NA EXPERIMENTAÇÃO INVESTIGATIVA NAS AULAS DE QUÍMICA ORGÂNICA.

Esta pesquisa é da responsabilidade da pesquisadora Maria Beatriz de Moraes, com endereço na Rua Dois, nº 135 A, Vila da Cohab, Custódia, Pernambuco, CEP 56.640-000 – Telefone (87) 9 9121 4978 (inclusive para ligações a cobrar), e-mail: mbmoraesm@gmail.com. Está sob a orientação do Prof. João Rufino de Freitas Filho, Telefone: (81) 9 9817 0972, e-mail: joaoveronice@yahoo.com.br.

O/a Senhor/a será esclarecido (a) sobre qualquer dúvida a respeito da participação dele/a na pesquisa. Apenas quando todos os esclarecimentos forem dados e o/a Senhor/a concordar que o (a) menor faça parte do estudo, pedimos que rubriche as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma via deste termo de consentimento lhe será entregue e a outra ficará com o pesquisador responsável.

O/a Senhor/a estará livre para decidir que ele/a participe ou não desta pesquisa. Caso não aceite que ele/a participe, não haverá nenhum problema, pois desistir que seu filho/a participe é um direito seu. Caso não concorde, não haverá penalização para ele/a, bem como será possível retirar o consentimento em qualquer fase da pesquisa, também sem nenhuma penalidade.

**INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:**

Você está sendo convidado (a) a participar da pesquisa O ENSINO DE CARBOIDRATO: O USO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA BASEADA NA EXPERIMENTAÇÃO INVESTIGATIVA NAS AULAS DE QUÍMICA ORGÂNICA, cujo objetivo é verificar se a sequência didática investigativa empregando a biomolécula carboidrato pode ser uma estratégia que permite contextualizar o ensino de funções orgânicas. A abordagem investigativa proposta na temática dessa pesquisa terá o propósito de minimizar a distância entre o conhecimento científico e o conhecimento escolar. Sendo assim, esta pesquisa com a temática alimentos, com foco nos carboidratos presente no estudo da bioquímica será utilizada para desenvolver um e-book com atividades experimentais que possam contribuir, de modo a facilitar o processo de ensino-aprendizagem.

A coleta de dados se dará em três momentos distintos que será estruturado em Problematização inicial, Organização do conhecimento e Aplicação do conhecimento, esses por sua vez serão subdivididos em treze etapas.

O primeiro momento acontecerá através do Questionário sobre alimentação e carboidratos, de maneira presencial e individual, em apenas um encontro O tempo de aplicação dependerá de cada participante, acreditando não extrapolar trinta minutos. Não será necessário nenhum material por parte do (a) voluntário (a).

No segundo momento, você participará da realização de práticas experimentais investigativas sobre carboidratos e conseqüentemente participará da resolução de atividades. Este momento ocorrerá no laboratório de química da escola e ocorrerá através da manipulação de reagentes químicos de identificação de carboidrato por sua parte e de seu grupo. A pesquisadora orientará esta etapa e disponibilizará os materiais necessários, bem como as atividades impressas para a resolução. Não será necessário nenhum material por parte do (a) voluntário (a).

O terceiro momento acontecer através do Questionário final também sobre alimentação e carboidratos, de maneira presencial e individual, em apenas um encontro. O tempo de aplicação dependerá de cada participante, acreditando não extrapolar trinta minutos. Não será necessário nenhum material por parte do (a) voluntário (a).

Reiteramos que a pesquisadora redigirá um Diário de campo que será composto por um caderno em que constará as impressões da pesquisadora acerca do processo de desenvolvimento do trabalho, de maneira cursiva, desde o momento em que as escolas acolheram a pesquisa até a conclusão da mesma, endossando então a análise dos dados.

- **RISCOS:** Os riscos que a pesquisa compreende, estão situados no campo dos questionamentos e na realização dos experimentos por parte do participante, uma vez que qualquer uma das indagações presente no questionário poderá causar constrangimentos ou receio do voluntário em manipular os reagentes, no entanto estaremos à disposição para esclarecimentos, bem como interrompermos a entrevista ou a experimentação, caso seja do desejo do entrevistado. diretos para o voluntário.
- **BENEFÍCIOS:** A pesquisa incidirá diretamente na proposição de espaços de reflexão sobre atividades experimentais investigativas no ensino médio de química objetivando verificar se a seqüência didática investigativa empregando a biomolécula carboidrato pode ser utilizada como estratégia que permite contextualizar o ensino de funções orgânicas. Essa abordagem investigativa proposta terá o propósito de minimizar a distância entre o conhecimento científico e o conhecimento escolar. Sendo assim, a temática alimentos, com foco nos carboidratos presente no estudo da bioquímica será utilizada para desenvolver um e-book com atividades experimentais que possam contribuir, de modo a facilitar o processo de ensino-aprendizagem.

As informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a participação do/a voluntário (a). Os dados coletados nesta pesquisa entrevistas, fotos, filmagens...etc, ficarão armazenados em pastas de arquivo do computador pessoal, sob a responsabilidade da pesquisadora Maria Beatriz de Moraes, no endereço Rua Dois, nº 135 A, Vila da Cohab, Custódia, Pernambuco, CEP 56.640-000, pelo período mínimo 5 anos.

O (a) senhor (a) não pagará nada e nem receberá nenhum pagamento para ele/ela participar desta pesquisa, pois deve ser de forma voluntária, mas fica também garantida a indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da participação dele/a na pesquisa, conforme decisão judicial ou extra-judicial. Se houver necessidade, as despesas para a participação serão assumidas pelos pesquisadores (ressarcimento com transporte e alimentação), assim como será oferecida assistência integral, imediata e gratuita, pelo tempo que for necessário em caso de danos decorrentes desta pesquisa.

Em caso de dúvidas relacionadas aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar o Comitê de Ética em Pesquisa CEP/UFRPE no endereço: Rua Manoel de Medeiros, S/N Dois Irmãos – CEP: 52171-900 Telefone: (81) 3320.6638 / e-mail: [cep@ufrpe.br](mailto:cep@ufrpe.br) (1º andar do Prédio Central da Reitoria da UFRPE, (ao lado da Secretaria Geral dos Conselhos Superiores). Site: [www.cep.ufrpe.br](http://www.cep.ufrpe.br) .

\_\_\_\_\_  
Assinatura do pesquisador (a)

**CONSENTIMENTO DO RESPONSÁVEL PARA A PARTICIPAÇÃO DO/A VOLUNTÁRIO**

Eu, \_\_\_\_\_, CPF \_\_\_\_\_, abaixo assinado, responsável por \_\_\_\_\_, autorizo a sua participação no estudo O ENSINO DE CARBOIDRATO: O USO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA BASEADA NA EXPERIMENTAÇÃO INVESTIGATIVA NAS AULAS DE QUÍMICA ORGÂNICA, como voluntário(a). Fui devidamente informado (a) e esclarecido (a) pelo (a) pesquisador (a) sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes da participação dele (a). Foi-me garantido que posso retirar o meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade para mim ou para o (a) menor em questão.

Custódia, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2023.

Impressão  
Digital  
(opcional)

Assinatura do (da) responsável: \_\_\_\_\_

Presenciamos a solicitação de consentimento, esclarecimentos sobre a pesquisa e aceite do voluntário em participar. 02 testemunhas (não ligadas à equipe de pesquisadores):

Nome:	Nome:
Assinatura:	Assinatura:

## APÊNDICE M – 3. TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.



### UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM REDE NACIONAL

#### TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (PARA MENORES DE 7 a 18 ANOS)

Convidamos você \_\_\_\_\_, após autorização dos seus pais [ou dos responsáveis legais] para participar como voluntário (a) da pesquisa: O ENSINO DE CARBOIDRATO: O USO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA BASEADA NA EXPERIMENTAÇÃO INVESTIGATIVA NAS AULAS DE QUÍMICA ORGÂNICA.

Esta pesquisa é da responsabilidade da pesquisadora Maria Beatriz de Moraes, com endereço na Rua Dois, nº 135 A, Vila da Cohab, Custódia, Pernambuco, CEP 56.640-000 – Telefone (87) 9 9121 4978 (inclusive para ligações a cobrar), e-mail: mbmoraesm@gmail.com. Está sob a orientação do do Prof. João Rufino de Freitas Filho, Telefone: (81) 9 9817 0972, e-mail: joaoveronice@yahoo.com.br.

Você será esclarecido (a) sobre qualquer dúvida com o responsável por esta pesquisa. Apenas quando todos os esclarecimentos forem dados e você concorde com a realização do estudo, pedimos que rubrique as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma via deste termo lhe será entregue para que seus pais ou responsável possam guardá-la e a outra ficará com o pesquisador responsável.

Você estará livre para decidir participar ou recusar-se. Caso não aceite participar, não haverá nenhum problema, desistir é um direito seu. Para participar deste estudo, um responsável por você deverá autorizar e assinar um Termo de Consentimento, podendo retirar esse consentimento ou interromper a sua participação em qualquer fase da pesquisa, sem nenhum prejuízo.

#### INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

Você está sendo convidado (a) a participar da pesquisa O ENSINO DE CARBOIDRATO: O USO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA BASEADA NA EXPERIMENTAÇÃO INVESTIGATIVA NAS AULAS DE QUÍMICA ORGÂNICA, cujo objetivo é verificar se a sequência didática investigativa empregando a biomolécula carboidrato pode ser uma estratégia que permite contextualizar o ensino de funções orgânicas. A abordagem investigativa proposta na temática dessa pesquisa terá o propósito de minimizar a distância entre o conhecimento científico e o conhecimento escolar. Sendo assim, esta pesquisa com a temática alimentos, com foco nos carboidratos presente no estudo da bioquímica será utilizada para desenvolver um e-book com atividades experimentais que possam contribuir, de modo a facilitar o processo de ensino-aprendizagem.

A coleta de dados se dará em três momentos distintos que será estruturado em Problemática inicial, Organização do conhecimento e Aplicação do conhecimento, esses por sua vez serão subdivididos em treze etapas.

O primeiro momento aconteceu através do Questionário sobre alimentação e carboidratos, de maneira presencial e individual, em apenas um encontro O tempo de aplicação dependerá de cada participante, acreditando não extrapolar trinta minutos. Não será necessário nenhum material por parte do (a) voluntário (a).

No segundo momento, você participará da realização de práticas experimentais investigativas sobre carboidratos e consequentemente participará da resolução de atividades. Este momento ocorrerá no laboratório de química da escola e ocorrerá através da manipulação de reagentes químicos de identificação de carboidrato por sua parte e de seu grupo. A pesquisadora orientará esta etapa e disponibilizará os materiais necessários, bem como as atividades impressas para a resolução. Não será necessário nenhum material por parte do (a) voluntário (a).

O terceiro momento acontecerá através do Questionário final também sobre alimentação e carboidratos, de maneira presencial e individual, em apenas um encontro. O tempo de aplicação dependerá de cada participante, acreditando não extrapolar trinta minutos. Não será necessário nenhum material por parte do (a) voluntário (a).

Reiteramos que a pesquisadora redigirá um Diário de campo que será composto por um caderno em que constará as impressões da pesquisadora acerca do processo de desenvolvimento do trabalho, de maneira cursiva, desde o momento em que as escolas acolheram a pesquisa até a conclusão ~~da mesma~~, endossando então a análise dos dados.

- **RISCOS:** Os riscos que a pesquisa compreende, estão situados no campo dos questionamentos e na realização dos experimentos por parte do participante, uma vez que qualquer uma das indagações presente no questionário poderá causar constrangimentos ou receio do voluntário em manipular os reagentes, no entanto estaremos à disposição para esclarecimentos, bem como interrompermos a entrevista ou a experimentação, caso seja do desejo do entrevistado. diretos para o voluntário.
- **BENEFÍCIOS:** A pesquisa incidirá diretamente na proposição de espaços de reflexão sobre atividades experimentais investigativas no ensino médio de química objetivando verificar se a sequência didática investigativa empregando a biomolécula carboidrato pode ser utilizada como estratégia que permite contextualizar o ensino de funções orgânicas. Essa abordagem investigativa proposta terá o propósito de minimizar a distância entre o conhecimento científico e o conhecimento escolar. Sendo assim, a temática alimentos, com foco nos carboidratos presente no estudo da bioquímica será utilizada para desenvolver um e-book com atividades experimentais que possam contribuir, de modo a facilitar o processo de ensino-aprendizagem.

Todas as informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a sua participação. Os dados coletados nesta pesquisa como entrevistas, fotos, ~~filmações, etc~~, ficarão armazenados em pastas de arquivo no computador pessoal, sob a responsabilidade da pesquisadora Maria Beatriz de Moraes, no endereço Rua Dois, nº 135 A, Vila da Cohab, Custódia, Pernambuco, CEP 56.640-000, pelo período mínimo 5 anos.

Nada lhe será pago e nem será cobrado para participar desta pesquisa, pois a aceitação é voluntária, mas fica também garantida a indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou ~~extra-judicial~~. Se houver necessidade, as despesas para a sua participação serão assumidas pelos pesquisadores (ressarcimento de transporte e alimentação), assim como será oferecida assistência integral, imediata e gratuita, pelo tempo que for necessário em caso de danos decorrentes desta pesquisa.

Em caso de dúvidas relacionadas aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar o Comitê de Ética em Pesquisa – CEP/UFRPE no endereço: Rua Manoel de Medeiros, S/N Dois Irmãos – CEP: 52171-900 Telefone: (81) 3320.6638 / e-mail: cep@ufrpe.br (1º andar do Prédio Central da Reitoria da UFRPE, ao lado da Secretaria Geral dos Conselhos Superiores). Site: [www.cep.ufrpe.br](http://www.cep.ufrpe.br).

\_\_\_\_\_  
Assinatura do pesquisador (a)

**ASSENTIMENTO DO(DA) MENOR DE IDADE EM PARTICIPAR COMO VOLUNTÁRIO(A)**

Eu, \_\_\_\_\_, portador (a) do documento de Identidade \_\_\_\_\_, abaixo assinado, concordo em participar do estudo O ENSINO DE CARBOIDRATO: O USO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA BASEADA NA EXPERIMENTAÇÃO INVESTIGATIVA NAS AULAS DE QUÍMICA ORGÂNICA como voluntário (a). Fui informado (a) e esclarecido (a) pelo (a) pesquisador (a) sobre a pesquisa, o que vai ser feito, assim como os possíveis riscos e benefícios que podem acontecer com a minha participação. Foi-me garantido que posso desistir de participar a qualquer momento, sem que eu ou meus pais precise pagar nada.

Custódia, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2023.

Assinatura do (da) menor: \_\_\_\_\_

Impressão  
Digital  
(opcional)

Presenciamos a solicitação de assentimento, esclarecimentos sobre a pesquisa e aceite do/a voluntário/a em participar. 02 testemunhas (não ligadas à equipe de pesquisadores):

Nome:	Nome:
Assinatura:	Assinatura:

## APÊNDICE M – 4. CARTA DE ANUÊNCIA.



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM REDE  
NACIONAL**

**CARTA DE ANUÊNCIA**

Declaramos para os devidos fins, que aceitaremos a pesquisadora Maria Beatriz de Moraes, a desenvolver o seu projeto de pesquisa O ENSINO DE CARBOIDRATO: O USO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA BASEADA NA EXPERIMENTAÇÃO INVESTIGATIVA NAS AULAS DE QUÍMICA ORGÂNICA, que está sob a coordenação/orientação do Prof. João Rufino de Freitas Filho cujo objetivo é verificar se a sequência didática investigativa empregando a biomolécula carboidrato pode ser uma estratégia que permite contextualizar o ensino de funções orgânicas, na Escola de Referência em Ensino Médio José Pereira Burgos.

Esta autorização está condicionada ao cumprimento da pesquisadora aos requisitos das Resoluções do Conselho Nacional de Saúde e suas complementares, comprometendo-se utilizar os dados pessoais dos participantes da pesquisa, exclusivamente para os fins científicos, mantendo o sigilo e garantindo a não utilização das informações em prejuízo das pessoas e/ou das comunidades.

Antes de iniciar a coleta de dados a pesquisadora deverá apresentar a esta Instituição o Parecer Consubstanciado devidamente aprovado, emitido por Comitê de Ética em Pesquisa, credenciado ao Sistema CEP/CONEP.

Custódia, em \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_\_.

---

Nome/assinatura e **carimbo** do responsável onde a pesquisa será realizada